



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR**

TEMA

**Evaluación del proceso de aprendizaje a través de la implementación
del taller de simulación en toma e interpretación de gasometría arterial
en los estudiantes de Pregrado (Internos Rotativos) y Posgrado de
Medicina Familiar (residentes de primer año) de la PUCE del Hospital
Vozandes Quito, período Octubre 2014 a Julio 2015.**

AUTORAS

MARÍA GABRIELA MAZÓN TAPIA.

MARTHA PAOLA REA TORRES.

DIRECTORA GENERAL: DRA. SUSANA ALVEAR

DIRECTOR METODOLÓGICO: DR. EDGAR ROJAS

Quito, Agosto 2015

PARA TÍTULOS PROFESIONALES DE ESPECIALISTAS (CUARTO NIVEL)

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

NOSOTRAS, MARÍA GABRIELA MAZÓN TAPIA CI 1715520670, MARTHA PAOLA REA TORRES CI 1719314559

Autoras del trabajo de graduación intitulado: “Evaluación del proceso de aprendizaje a través de la implementación del taller de simulación en toma e interpretación de gasometría arterial en los estudiantes de Pregrado (Internos Rotativos) y Posgrado de Medicina Familiar (residentes de primer año) de la PUCE del Hospital Vozandes Quito, período Octubre 2014 a Julio 2015”, previa a la obtención del título profesional de ESPECIALISTA EN MEDICINA FAMILIAR, en la facultad de Medicina.

1-Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2-Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, Agosto del 2015-07-31

María Gabriela Mazón Tapia
CI 1715520670

Martha Paola Rea Torres
CI 1719314559

Quito, 26 de Agosto del 2015

CERTIFICADO DE SIMILITUD

CERTIFICO que el trabajo de investigación titulado

“Evaluación del proceso de aprendizaje a través de la implementación del taller de simulación en toma e interpretación de gasometría arterial en los estudiantes de Pregrado (Internos Rotativos) y Posgrado de Medicina Familiar (residentes de primer año) de la PUCE del Hospital Vozandes Quito, período Octubre 2014 a Julio 2015”.

De las autoras

María Gabriela Mazón Tapia CC# 1715520670

Martha Paola Rea Torres CC# 1719314559

Tiene un índice de similitud menor a 10% usando el programa informático **URKUND** (<http://www.orkund.com>)

Atentamente,

Galo Sánchez del Hierro

Médico Familiar

Docente del Posgrado de Medicina Familiar

Docente de pregrado

DEDICATORIA

Dedicamos nuestra tesis en primer lugar a Dios, por el regalo de vivir, por ser nuestra fortaleza en todo tiempo, a nuestros seres amados, padres, hermano/as, a los que ya no están, a todos y cada uno, gracias, por el apoyo incondicional y ejemplo en cada etapa de nuestras vidas.

A nuestros maestros que han sido una guía dentro de nuestra formación, a la doctora Susana Alvear, directora de tesis, por su ayuda y dirección en este proyecto, por su amistad, enseñanza, comprensión a lo largo de estos tres años de posgrado, manifestándole nuestro cariño, respeto y agradecimiento por su gran labor como docente. A nuestro tutor metodológico, el doctor Edgar Rojas por su guía en el desarrollo de la tesis, al doctor Xavier Sánchez por su colaboración como tercer lector.

Finalmente dedicamos esta tesis, a los amigos, participantes, al área de docencia médica del Hospital Vozandes, infinitas gracias a cada uno por ser parte de nuestro triunfo.

RESUMEN

Antecedentes: La educación médica es un desafío permanente. Existen pocos estudios locales que demuestren la efectividad de los talleres de simulación en la formación académica de los estudiantes de las diferentes universidades del Ecuador, en este escenario el uso de la Simulación como herramienta de aprendizaje ofrece el ambiente propicio para el desarrollo y evaluación de habilidades y destrezas clínicas.

Metodología: con la finalidad de evaluar el proceso de aprendizaje médico se construyó una propuesta metodológica para la implementación de un taller de simulación en toma e interpretación de gasometría arterial. Se realizó un estudio cuasi-experimental de serie de casos (pre-test y pos-test grupo único), en los médicos residentes del primer año del Postgrado de Medicina Familiar de la PUCE en el Hospital Vozandes Quito (n=8) y en internos rotativos período 2015(n=10). Se utilizó un simulador de baja fidelidad (Modelo M-99 arterial puncture wrist). Se evaluaron: fundamentos teóricos, comunicación, técnica e interpretación de gasometría; debriefing y metodología del taller.

Resultados: La intervención mejoró el conocimiento (DM: 1.33; IC: -2,38 a - 0,28; Valor p: 0.016); la interpretación (DM: 13.39; IC: -15,31 a -11,46; Valor p: 0.0001); la comunicación y técnica (DM: 5.89; IC: -4, 85 a -11,99; Valor p: 0.0001). Además se identificaron errores, se realizó autoevaluación y retroalimentación mediante el debriefing dando lugar a un aprendizaje significativo.

Conclusiones:

La propuesta metodológica planteada permitió evaluar el proceso del aprendizaje a través de implementación del taller de simulación.

La simulación tuvo una amplia aceptación por los participantes. Posterior a la intervención mejoraron de manera significativa parámetros de comunicación, conocimiento, técnica e interpretación de gasometría arterial.

Palabras claves: simulación-gasometría

ABSTRACT

Background; Medical education is an ongoing challenge. In Ecuador, there are few studies about clinical simulation in medical training . In this context, simulation-based medical teaching and learning provides an appropriate environment for development and evaluation of clinical skills

Methods: In order to evaluate medical learning process; it was built a methodology proposal through the implementation of clinical simulation on arterial puncture and interpretation for blood gas analysis. An integrated, quasi-experimental, repeated measures design was used. (pre-test and posttest unique group). A total of 8 students of First-year Family Medicine residents of PUCE (the Pontificia Universidad Católica del Ecuador) in the Hospital Vozandes Quito and 10 medical interns for the period of 2015. The students were trained with a low-fidelity simulator (Model M-99 arterial puncture wrist). Evaluation was carried out in the areas of: basic theory, communication, technique and skills in blood gas analysis. Finally, students participated in debriefing and in understanding of the workshop methodology.

Results: This intervention improved knowledge (MD: 1.33; IC: -2,38 a - 0,28; p: 0.016); interpretation skills (MD: 13.39; IC: -15,31 a -11,46; p: 0.0001); and skills in communication and technique (MD: 5.89; IC: -4, 85 a -11,99; p: 0.0001). It was also found that the element of debriefing was key after simulation and that this promoted significant improvement in error identification, self-evaluation, feedback and teamwork

Conclusions: This methodology evaluated medical learning process through clinical simulation. It was widely accepted by the participants. After the intervention it was evident that significant improvement took place in the parameters of communication, knowledge, technique and interpretation skills in blood gas analysis

Key words: simulation, blood gas analysis.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
CAPÍTULO I.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	3
1.3 Problema de investigación.....	6
1.4 Objetivos	6
1.4.1 Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5 Hipótesis	7
CAPITULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1.-El aprendizaje médico basado en competencias	8
2.1.1.- Definición de competencia.....	10
2.1.2.-Evaluación por competencias.....	11
2.2.- Evaluación clínica objetiva estructurada (ECOE)	13
2.2.1.-Elementos del diseño de una ECOE	13
2.3.- La Simulación	15
2.3.1.-Origen de la Simulación.....	15
2.3.2.-La Simulación como herramienta de aprendizaje	16
2.3.3.- Simulación y Ética	16
2.3.4.- Simulación y Ciencias de la Salud.....	17
2.3.5.-La Simulación en Educación Médica Ventajas:	18
2.3.6.- Limitaciones del uso de la simulación en Educación Médica	19
2.3.7.-Simulación en el Ecuador	19
2.3.8.-Tipos de Simuladores	20
2.3.9.-La simulación y preparación de los tutores.....	22
2.3.10- Fases de la simulación médica	22
2.3.10.1.-Planificación y Diseño de los escenarios	22
2.3.10.2.- Desarrollo del Taller	23
2.3.10.3.- Debriefing y Evaluación	24
CAPITULO III	25
METODOLOGÍA	25
3.1.-Población.....	25
3.2.-Criterios de inclusión	25
3.3.-Criterios de exclusión.....	26
3.4.-Instrumentos.....	26
3.5.-Tipo de estudio.....	26
3.6.-Descripción de la propuesta metodología para la implementación del taller de simulación en gasometría arterial.....	27
3.6.1.- Planificación.....	27
3.6.1.1- Recolección de datos basales de los participantes	30

3.6.2.- Desarrollo del Taller de simulación de gasometría arterial	31
3.6.2.1.-Análisis Reflexivo (Debriefing) y evaluación global del taller	32
3.6.3.- Evaluación post intervención.	33
3.7.- Operacionalización de variables	34
3.8.-Análisis Estadístico	35
3.8.1.-Procedimiento de recolección de información.....	35
3.9.-Aspectos bioéticos.....	36
3.10-Aspectos administrativos	36
CAPITULO IV	37
RESULTADOS	37
4.1 Características de la población de estudio.....	37
4.2 Barreras limitantes en el aprendizaje médico.....	38
4.3 Conocimiento Teórico pre y post intervención	42
4.4 Comunicación y técnica pre y post intervención.....	43
4.5 Interpretación pre y post-intervención	44
4.6 Promedios obtenidos pre y post intervención.....	45
4.7 Análisis reflexivo (Debriefing)	46
4.8 Evaluación del taller de simulación según los participantes.	46
CAPITULO V	48
DISCUSIÓN.....	48
CAPITULO VI.....	52
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES	54
CAPITULO VIII	56
LIMITACIONES.....	56
CAPITULO IX	57
BIBLIOGRAFIA	57
ABREVIATURAS	63
ANEXO 1	64
Cronograma de actividades del estudio.....	64
ANEXO 2	65
Consentimiento Informado para Participantes de Investigación	65
ANEXO 3	66
Agenda del taller	66
ANEXO 4	67
Agenda post- taller : Tabla de especificaciones	67
ANEXO 5	68
PRE-POST ECOE Comunicación Técnica e interpretación: Lista de cotejo	68
ANEXO 6	69
Evaluación del taller de simulación en realización e interpretación de gasometría arterial.....	69
ANEXO 7	70
Debreafing	70
ANEXO 8	71
Lista de Verificación	71
ANEXO 9 Casos clínicos	72

ANEXO 10	73
TEST de conocimiento pre y pos-taller de simulación	73
ANEXO 11	75
Clave de respuesta prueba de conocimiento.....	75
ANEXO 12	76
Esquema de distribución de roles en los escenarios en caso clínicos	76
ANEXO 13.	77
Distribución porcentual de evaluación del Taller de simulación de gasometría arterial.....	77
ANEXO 14	78
Algoritmo de Gasometría Arterial.....	78
ANEXO 15	79
Material bibliográfico	79
ANEXO 16	90
Agenda pre- taller: Tabla de especificaciones.....	90

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de participantes según el género y la edad.	37
Tabla 2 Barreras limitantes en el aprendizaje médico identificadas por los participantes para la realización de gasometría arterial pre-intervención	38
Tabla 3 Barreras limitantes en el aprendizaje médico identificadas por los participantes para la realización de gasometría arterial post-intervención.....	39
Tabla 4 Distribución de Barreras identificadas por los participantes en interpretación de gasometría, previas a la intervención según cargo.....	40
Tabla 5 Barreras limitantes en el aprendizaje médico identificadas por los participantes para la interpretación de gasometría arterial post-intervención.	41
Tabla 6 Frecuencia de participantes que aprueba* el test de conocimientos	42
Tabla 7 Comparación pre y post ECOE de comunicación y técnica según aprobación* por cargo.....	43
Tabla 8 Comparación de pre y post ECOE interpretación según aprobación*	44
Tabla 9 Diferencia de promedios obtenidos pre y post intervención en los diferentes dominios.....	45

CONTENIDO DE GRÁFICOS

Ilustración 1 Miller, G.E. «The assessment of clinical skills/competence/performance».	12
Ilustración 2. Simulador de baja fidelidad Modelo M99 Arterial puncture Wrist	31

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

La formación médica se basa en el entrenamiento teórico-práctico, lo cual debe integrar conocimientos, habilidades y destrezas para la adquisición de las competencias requeridas como profesional. En la actualidad, dichas competencias pueden verse limitadas por varios factores entre ellos: la falta de motivación, falta de oportunidades y uso de metodología de enseñanza tradicional. En este contexto, es necesario el cambio en el “cómo se enseña” y “cómo se aprende “. (1)

De acuerdo con Van der Vleuten y Schuwirt la competencia está integrada por habilidades cognitivas, psicomotrices y afectivas, las mismas que deben ser evaluadas. (2) (3). Por lo tanto, la simulación como herramienta de aprendizaje permite entender la relación entre saber, hacer y ser, con lo que se logra la adquisición de competencias. (3) Así, una de las estrategias de la simulación que permite mayor objetividad, control y satisfacción de la evaluación, es el examen clínico objetivo y estructurado (ECOE); a través de la cual el alumno enfrenta diferentes entornos desde lo más simples a los más complejos, permitiendo la reflexión en su accionar generando aprendizaje. (2) (4)

En el Ecuador la simulación es poco conocida por los docentes y estudiantes, existen 21 universidades con escuelas de Medicina, sin embargo entre estas instituciones no existe una política consensuada en la formación de médicos, cada facultad mantiene esquemas educativos independientes (5) y déficit de docentes entrenados en simulación clínica,

siendo necesaria la participación de las autoridades para la reestructuración de las metodologías de aprendizaje y evaluación, dejando a un lado la enseñanza vertical donde el profesor es el trasmisor del conocimiento, y el alumno el agente pasivo.

En definitiva, los docentes necesitan aprender el proceso de cambio para generar un aprendizaje flexible, interrelacionando las ciencias básicas y clínicas, con la finalidad de generar un aprendizaje significativo en los estudiantes.(6)

1.2 Justificación

Las exigencias actuales en la seguridad de los pacientes hacen necesario los nuevos modelos de aprendizaje, debido a que los estudiantes de pre y posgrado tienen pocas oportunidades para realizar procedimientos por consideraciones ético- legales, (6) este problema se compensa a través de la enseñanza en simulación, la misma que surge como una herramienta educativa con múltiples beneficios: acorta el tiempo necesario para el aprendizaje, permite repetir el entrenamiento tantas veces como sea necesario hasta adquirir la competencia, lo que impactará en la seguridad del paciente, (7) como lo respaldan varios autores: Wayne y colaboradores en el artículo “First Do No Harm: Preserving Patient Safety Without Sacrificing Procedural Education” (2010), quienes realizaron una revisión bibliográfica de la importancia de la simulación en procedimientos invasivos, evidenciando que las intervenciones educativas que ofrecen prácticas en simulación mejoran la atención y seguridad al paciente. (8)

Por otro lado, un estudio realizado en los Institutos Nacionales de Salud en México, reporta que el 80% de médicos residentes presentó deficiencias en el conocimiento y las habilidades de pensamiento para la comunicación clínica.(9) De la misma manera, Sánchez en su estudio “Are recent graduates enough prepared to perform obstetric skills in their rural and compulsory year?” (2014) evaluó la percepción de entrenamiento de las habilidades obstétricas en los recién graduados, identificando la falta de competencias en el área obstétrica en los médicos rurales, debido a la falta de entrenamiento, oportunidades y supervisión, por una educación médica basada en los principios pedagógicos de Flexner, donde los hospitales son la base de la enseñanza y

entrenamiento médico, sin visualizar las necesidades de las comunidades. (10) En este sentido el MSP en Ecuador ofrece capacitaciones continuas a profesionales que proveen cuidado obstétrico mediante programas como el ALSO (Apoyo Vital Avanzado en Obstetrician) disponible en Ecuador desde febrero del 2003 por un convenio entre ALSO-AAFP y la Sociedad Ecuatoriana de Medicina Familiar, con el objetivo de reducir la mortalidad materna. (11)

“Según el informe del Instituto de Medicina de Estados Unidos publicado en 1999, concluyó que se producen entre 44.000 y 98.000 muertes por errores médicos prevenibles”. (5) por este motivo la simulación se propone actualmente como una herramienta para enseñar y evaluar los conocimientos, habilidades y como método para disminuir los mismos.(6)

Las nuevas normas laborales y legales obligan a los profesionales a informar de los procedimientos a los pacientes y obtener el consentimiento para la realización o no de los mismos, por esta razón estas normas son limitantes en el aprendizaje médico por lo que la simulación se convierte en una estrategia necesaria e ideal en la educación médica.(12)

En Ecuador por medio de una disposición gubernamental se inició el proceso de evaluación institucional externa del CEAACES para acreditación de las escuelas de medicina de las universidades, estableciéndose una serie de reformas para el proceso de aprendizaje y evaluación. Entre las reformas que toman protagonismo, está la implementación de los laboratorios de simulación como escenarios imprescindibles para el aprendizaje de situaciones clínicas estandarizadas, diseñadas con fines docentes. Sin embargo en Ecuador no se ha potencializado el uso de los talleres de simulación a pesar

de que varias universidades del país cuentan con este recurso, por lo que nuestra investigación realizada en los estudiantes de Pregrado (Interno Rotativo) y Residentes del primer año del Posgrado de Medicina Familiar de la PUCE y del HVQ, busca fomentar el uso de esta metodología de aprendizaje en nuestro medio, mediante la implementación de un taller de simulación en toma e interpretación de gasometría arterial, como modelo que permita objetivar las competencias alcanzadas en el proceso de aprendizaje, constituyéndose en un elemento necesario de la calidad en la formación médica. (26).

1.3 Problema de investigación

¿La propuesta metodológica para la implementación del taller de simulación en toma e interpretación de gasometría será una herramienta que mejorará el proceso de aprendizaje en conocimientos, técnica, comunicación en los estudiantes de Pregrado (Interno Rotativo) y residentes del primer año del Posgrado de Medicina Familiar de la PUCE del HVQ?.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el proceso de aprendizaje médico a través de la propuesta metodológica para la implementación del taller de simulación en toma e interpretación de gasometría arterial para mejorar los conocimientos, técnica, y comunicación, en los internos rotativos y médicos residentes del primer año del Postgrado de Medicina Familiar de la PUCE en el Hospital Vozandes Quito, desde Octubre del 2014 a Julio 2015.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Construir una propuesta metodológica para la implementación de un taller de simulación en gasometría arterial.
2. Identificar las principales barreras que dificultan el aprendizaje adquirido durante la formación médica en gasometría arterial a través de una encuesta.

3. Evaluar los conocimientos y técnica previos al taller de simulación de gasometría arterial a través de un examen y ECOE.
4. Analizar los conocimientos y técnica adquiridos al finalizar el taller de simulación en gasometría arterial a través de un examen y ECOE.
5. Analizar si las barreras identificadas que dificultan el aprendizaje adquirido durante la formación médica en gasometría arterial se logran superar con el taller de simulación.
6. Realizar análisis reflexivo (debriefing) y evaluación global del taller.

1.5 Hipótesis

La propuesta metodológica para la implementación del taller de simulación en gasometría arterial mejora el proceso de aprendizaje en relación con los conocimientos, técnica y comunicación, en los estudiantes de pregrado (internado rotativo) y médicos residentes del primer año de Medicina Familiar.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1.-El aprendizaje médico basado en competencias

El aprendizaje médico busca formar profesionales competentes, con conocimientos y destrezas sólidas; pero es aquí donde surge el problema ya que existe una brecha entre el aprendizaje teórico y práctico, por lo que es imprescindible incluir la experiencia, reflexión, conceptualización y experimentación en el aprendizaje, con la finalidad de ofrecer seguridad y calidad en la atención del paciente.(13)

El informe del Institute of Medicine de Estados Unidos de 1999, con el título “Err is human”, estimó cerca de 100.000 muertes anuales en los hospitales como resultado de errores médicos, lo que implica enormes gastos económicos generados por los daños a los pacientes, por lo que se planteó la necesidad de evitar estos errores médicos mediante una mejora de la formación de los profesionales.” (13), así también el “Informe Flexner”(14) marcó un antes y un después en la educación médica, cuyas conclusiones reflejan los problemas que persisten en la actualidad como son : la formación excesiva de médicos mal capacitados debido a escuelas de medicina con fines comerciales, una enseñanza basada en la metodología tradicional, sin dar lugar a un protagonismo del estudiante en su formación. Se hace énfasis en que se requiere médicos y no por ello el

mal entrenamiento debe constituir la manera de formar y proveer médicos a la comunidad. (15)

“En 1998, la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, celebrada en la sede de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), expresó que es necesario propiciar el aprendizaje permanente y la construcción de competencias adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de la sociedad del conocimiento.” (16)

Es evidente las necesidades de cambio que requieren las escuelas de medicina en el mundo, varias de estas instituciones no son acreditadas, sus programas de enseñanza poco o nada actualizados, con un entrenamiento clínico sin supervisión, carencia de exámenes de evaluación periódicos que ponderen la calidad de la enseñanza. Los conocimientos, las competencias, la educación médica deben responder a los cambios socio-económicos, políticos culturales y tecnológicos, que demanda el mundo actual. El reto en la educación médica exige responsabilidad y profesionalismo, incorporando nuevas metodologías y herramientas que se complementan. Recientemente se ha destacado el papel de las nuevas herramientas de aprendizaje como las TICs, el empleo de simuladores para la adquisición de habilidades y destrezas, la implementación de nuevas metodologías como el ABP, o la incorporación de la Medicina Basada en Evidencias-MBE como estrategias educativas, ya que pueden estimular y potencializar la retención de la información, esto se describe en varios estudios, en los que al “evaluar la memoria de corto plazo, se recuerda el 10% de lo que se ve, el 20% de lo que se oye, el 50% de lo que se ve y se oye, el 80% de lo que se ve, oye y hace, lo que indica que el

porcentaje de aprendizaje se modifica acorde a las acciones que se realizan”,(5) por lo tanto la enseñanza a través de la simulación lograría que los estudiantes alcancen un aprendizaje significativo, con la finalidad de graduar médicos con conocimientos, valores éticos que satisfagan las demandas de una buena práctica médica. (17)

2.1.1.- Definición de competencia

Ninguna definición es unívoca e irrefutable, dentro de las más representativas:

“UNESCO: el conjunto de comportamientos socio-afectivos y habilidades cognitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un desempeño, una función, una actividad o una tarea.” (16)

“Las competencias son el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que interrelacionados conducen hacia un desempeño profesional eficiente, de conformidad con el estado del arte.”(18)

La formación basada en competencias surge como una alternativa a la formación tradicional, los grandes cambios en la sociedad implican procesos de reacción y adaptación, es así que las competencias alcanzadas son un factor determinante de la calidad profesional, por lo que los organismos formativos deben concretar qué competencias demanda esta sociedad y qué competencias se ofertan, y al mismo tiempo definir sistemas para evaluar, reconocer y acreditar las competencias. (19)

2.1.2.-Evaluación por competencias

La evaluación por competencias es parte de los cambios más importante en la educación del siglo XXI, al ser una herramienta de aprendizaje con fines formativos, da lugar a una educación basada en resultados de aprendizaje (learning outcomes) y competencias.

En nuestro país el sistema de evaluación dirigido a valorar las competencias es limitado, el sistema tradicional de evaluación de internos y residentes se basa en la asistencia, el informe de médicos tratantes, exposiciones, actividades complementarias, todo ello con ausencia de objetividad y de feedback. No existe una cultura autocrítica en la que se analice la calidad docente, con desigualdades entre diferentes universidades y hospitales docentes,(20) por lo que se hace necesario implementar un proceso de aprendizaje-evaluación a través de competencias, lo que permitirá formar profesionales capacitados para una praxis eficiente.

La evaluación por competencias integra los conocimientos, destrezas, habilidades y actitudes, por lo que combinar varios instrumentos permite obtener una visión real de la competencia adquirida en el estudiante, (2) la evaluación debe responder: ¿por qué evaluar?, ¿qué evaluar?, ¿para qué evaluar?, ¿cómo evaluar? y ¿cuándo evaluar?. (18)

En educación médica el modelo más representativo para evaluar competencias es la pirámide de Miller, que inicia con los conocimientos hasta llegar a la conducta profesional, (53) las características en cada nivel son:

El **saber**, que se refiere a los conocimientos que un estudiante adquiere durante su formación. (21)

El segundo nivel lo constituye **el saber cómo**, aquí el estudiante busca información, analiza e interpreta, concluye en un plan diagnóstico, terapéutico para el paciente. (21)

El tercer nivel se refiere a **mostrar cómo** en este nivel se contempla el comportamiento, este nivel de competencia se evalúa en ambientes simulados cercanos a la realidad. (21)

El cuarto nivel representa **el hacer**, corresponde a la práctica, al desempeño en la acción, evalúa lo que el clínico realiza con sus pacientes. (19)

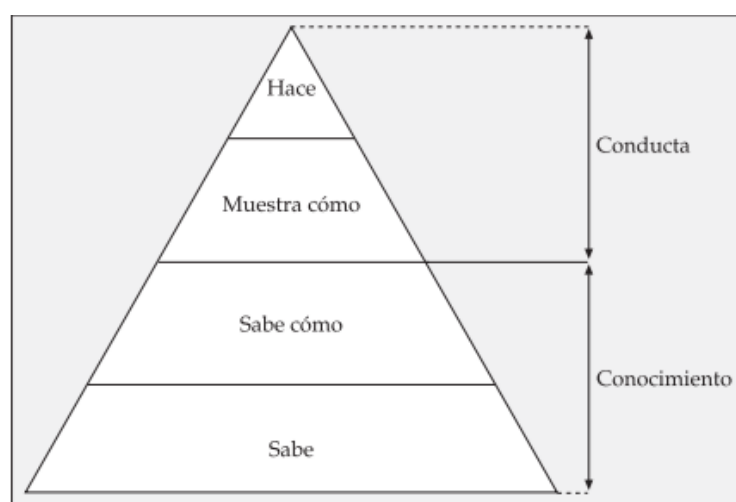


Ilustración 1 Miller, G.E. «The assessment of clinical skills/competence/performance».

Los dos niveles superiores de la pirámide, evalúan comportamientos con lo cual cobra importancia la simulación, en esta línea, Barrows refiere que el uso de pacientes estandarizados (PE) permiten desarrollar destrezas en los estudiantes. (21)

El nivel tres de la pirámide de Miller, hace uso del examen clínico objetivo estructurado (ECO), con la finalidad de evaluar de forma objetiva y reproducible la calidad y

práctica de los médicos, lo que ha mostrado su utilidad para evaluar las destrezas clínicas.(3)(21)

En el cuarto nivel de la pirámide se debe emplear videos, observaciones directas, encuestas a enfermos y familiares, como herramientas de evaluación. (21)

2.2.- Evaluación clínica objetiva estructurada (ECOE)

La ECOE introducida en 1975 por Harden y colaboradores, incorpora diferentes métodos de evaluación como los simuladores que juegan un papel fundamental; la evaluación se lleva básicamente por observación, utilizando una lista de cotejo.(3) (22)

La fortaleza de este instrumento radica en evaluar tres de los cuatro niveles de la pirámide de Miller: saber, saber cómo y demostrar cómo, disminuyendo los sesgos de los métodos habituales, (3) (23) concluyendo con la autoevaluación tanto individual como en equipo, y un feedback, por lo tanto es una prueba fiable, válida, reproducible y con impacto beneficioso para el evaluado.(22)

2.2.1.-Elementos del diseño de una ECOE

2.2.1.1 .- Comité de Prueba: “constituido por profesionales clínicos (tutores, docentes, miembros de sociedades científicas), conocedores de la evaluación por competencias, puede ser asesorado por técnicos expertos para el diseño de este tipo de pruebas. Sus funciones radican en mantener la confidencialidad de la prueba, el número de estaciones, su contenido, la duración de cada estación, la duración total de la prueba, establecen las competencias a ser evaluadas, definen los criterios de desempeño de esas competencias

y ponderación de las mismas, establecen un punto de corte para aprobación de la prueba con lo cual se otorga certificaciones, acreditaciones de la competencia alcanzada.”(20) (24) (19)

2.2.1.2.-La tabla de especificaciones: representa el diseño general de la prueba, relacionando los casos planteados, los instrumentos evaluativos con la competencia, también consta el porcentaje de la competencia que se evaluará con cada caso. (20) (24)

2.2.1.3.- Casos clínicos: determinan la complejidad de las competencias. (20)

2.2.1.4.- Logística: verificación de recursos y orden de las estaciones.(20)(24)

2.2.3.-Preparación de una estación para una prueba ECOE

En cada estación se debe establecer una competencia a evaluar, la elaboración de las estaciones requiere de un trabajo ordenado, por lo que es importante disponer de una «lista de cotejo» con parámetros objetivos, que permitan proporcionar porcentajes de cada componente competencial de la tabla de especificaciones. (24)

Los casos son desarrollados por expertos en cada área, supervisados por el comité de prueba que deberá revisar para la aprobación y la adecuación a los objetivos de aprendizaje a ser evaluados, el caso seleccionado es desarrollado antes de incluirlo en una prueba definitiva, a través de personas con experiencia no conocedoras del caso. Una vez que se aprueba las estaciones, los evaluados van rotando por cada estación con límites de tiempo, estas situaciones se asemejan a la realidad, evalúa conocimientos, actitudes y habilidades. El número de estaciones van de diez a treinta, el tiempo de cuatro a diez minutos, siendo el tiempo global de varias horas, se aplican diferentes instrumentos evaluativos (preguntas abiertas, test, simuladores de habilidades, pacientes

simulados, consultas telefónicas, interpretación de exámenes de laboratorio e imágenes).(25)

2.2.5.- Puntaje de la ECOE

“La puntuación depende de factores como: qué se mide, los niveles de competencia que están siendo evaluados, la disponibilidad de los expertos, la logística, el tiempo disponible, y el coste.

Los ítems de la escala deben tener la siguiente característica:

- Distintas puntuaciones según la ponderación de los componentes de la competencia, hasta llegar a la puntuación global máxima.”(20)

2.3.- La Simulación

2.3.1.-Origen de la Simulación

Durante la segunda guerra mundial surgió la necesidad de crear un simulador de vuelo para el entrenamiento de aprendices en aviación con el objetivo de proporcionar al estudiante un escenario virtualmente controlado y a la vez evaluar el conocimiento y destreza ante eventuales situaciones normales y crisis o emergencias durante el vuelo en las que podía verse inmerso. Y es así como el ingeniero estadounidense Edwin A. Link, construyó y puso en funcionamiento el primer simulador de vuelo por medio del uso de Whirlwind I una de las primeras computadoras de alta tecnología (26).

2.3.2.-La Simulación como herramienta de aprendizaje

La simulación es una herramienta educativa innovadora que contribuye a mejorar las competencias de los estudiantes; mediante un ambiente controlado lo más parecido a la realidad, de menor o mayor complejidad bajo supervisión dirigida que facilita la evaluación y el aprendizaje. Como a su vez también lo indica Palés Argullós. (7)

Por ejemplo, en el área de trauma y urgencias a través del SimMan Laerdal®, uno de los modelos más completos para la enseñanza de soporte vital básico y avanzado en donde mediante la simulación se ha logrado mejorar el adiestramiento en el contexto de soporte vital básico y avanzado (27)

2.3.3.- Simulación y Ética

“Desde el punto de vista ético la simulación debe sustentarse en:

- Buscar mejores normas de cuidado para los pacientes
- Dar un mejor entrenamiento al estudiante
- Permitir una evaluación más objetiva a los docentes
- Dirigir y encontrar los errores en el acto medico
- Respetar la autonomía de los pacientes y de profesionales en las ciencias de la salud”. (27)

2.3.4.- Simulación y Ciencias de la Salud

La implementación de la simulación en los sistemas de salud permite un aprendizaje más efectivo según la guía de la Mejor Evidencia en Educación Médica. “Best Evidence in Medical Education Guide”; dado que los estudiantes practican desde un interrogatorio general y supervisado hasta procedimientos invasivos por medio de modelos mecánicos, electrónicos y escenarios específicos.(28)

“Es así, el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior – .CEAACES con la finalidad de continuar con la tendencia internacional en evaluación de carreras de medicina, en el Criterio Ambiente Institucional añadió el sub-criterio: Laboratorios y Centros de Simulación, que evalúa si la carrera dispone de instalaciones de práctica que sean pertinentes y funcionales para la formación óptima de los estudiantes. Éstos deben contar con equipos y disponer de los insumos necesarios y suficientes para las prácticas. El modelo valora la funcionalidad, suficiencia y equipamiento de los Laboratorios de Simulación clínica con el objetivo de constatar que la institución ofrece a los estudiantes los escenarios para desarrollar habilidades y destrezas mediante la práctica repetitiva en simuladores, bajo un ambiente controlado, para evitar complicaciones no deseadas o iatrogenia en la relación estudiante-paciente”. (29)

Por otro lado, el desarrollo de la simulación a lo largo del tiempo ha impulsado la creación de sociedades científicas alrededor del mundo; entre las que se puede mencionar la Society for Simulation in Health Care (SSIH) <http://www.ssih.org> y la Society in Europe for Simulation Applied to Medicine (SESAM), <http://www.sesam->

web.org. Entidades que tienen como misión la aplicabilidad de la simulación a nivel mundial en diversas áreas como: Pediatría, Ginecología, Anestesiología, Trauma, Emergencia entre otros. (7)

2.3.5.-La Simulación en Educación Médica Ventajas:

La simulación en educación médica agrupa importantes ventajas entre las que podemos citar:

- La simulación permite al participante repetir el entrenamiento tantas veces como sea necesario ya que, la velocidad de aprendizaje o de las habilidades manuales no es igual en todas las personas (30)
- Por otra parte el entrenamiento mediante el uso de simuladores permite al alumno aprender sin temor a causar daño al paciente y a la vez enfrentarse a situaciones desafiantes en un ambiente seguro donde el error está permitido (7)
- La enseñanza basada en la simulación permite el aprendizaje de experiencias prácticas con variedad de escenarios de acuerdo al grado de complejidad desde los entornos más simples a los de mayor dificultad. Mejorando las competencias clínicas tanto en estudiantes de pregrado como de posgrado. (31) (32)
- La gran variedad de modelos de simulación ya sea virtuales, mecánicos, eléctricos y electrónicos han permitido que el ambiente sea de mayor interacción tanto del docente como del estudiante en relación al escenario tradicionalmente pasivo.(28)
- Por otro lado, el participante se muestra temeroso al inicio de la sesión de simulación pero conforme avanza el proceso de entrenamiento va reforzando la

confianza en sí mismo, ya que es un proceso interactivo y a la vez el participante recibe una retroalimentación inmediata como lo sugieren varios autores, (12), (26) (33).

2.3.6.- Limitaciones del uso de la simulación en Educación Médica

Con respecto a varias de las limitaciones de la simulación se pueden mencionar las siguientes:

- La simulación clínica es una metodología de aprendizaje innovativa, sin embargo, no sustituye el aprendizaje en escenarios con pacientes reales. En otras palabras, la simulación no reproduce exactamente la vida, ya que hay aspectos que no se pueden imitar. (31)
- Otra limitación importante de la simulación clínica según Vásquez. G es la preparación y entrenamiento previos en conocimiento, diseño, manejo de esta metodología como herramienta de aprendizaje; en vista de que la simulación no es intuitiva ni permite actividades improvisadas.(12)

2.3.7.-Simulación en el Ecuador

A partir del año 2010, varias Facultades de Medicina del país han hecho el esfuerzo para adquirir equipos de simulación.

En el año 2011, Universidades como la U. San Antonio de Machala, U. Católica de Cuenca y U. Católica de Santiago de Guayaquil, inauguraron sus centros de simulación. En el 2012, el hospital pediátrico “Roberto Gilbert”, cuenta con la certificación para

cursos de la American Heart Association, con simuladores de alta fidelidad, en un entorno hospitalario. (34)

En el año 2013 la UDLA cuenta con simuladores de baja, media y alta complejidad, son una parte de la gama de equipos a los que tienen acceso desde el segundo semestre los estudiantes de medicina.

En la UCE se han adquirido equipos de simulación básicos y avanzados con una práctica limitada desde el 2010, en el año 2012 se presentó un proyecto estructurado para que se implemente la Clínica de Simulación en un área de 800 m², en el último trimestre, se inicia el paso transitorio de la Clínica de Simulación al último piso del Auditorio José Mejía Lequerica en un área de 250m², mientras se inician los trabajos definitivos en septiembre 2014 para inaugurar en el 2015, el más grande y dotado laboratorio de simulación en el Ecuador. (35)

2.3.8.-Tipos de Simuladores

Un término importante en simulación es la definición de “fidelidad” de los simuladores o de una simulación. Clásicamente ayuda a determinar el grado de realismo de los modelos y de la experiencia en la que se usan, se clasifican en:

a. Simulación de baja fidelidad

Modelos que simulan sólo una parte del organismo, usados generalmente para adquirir habilidades motrices básicas en un procedimiento simple o examen físico, basada en simuladores que permiten la adquisición de habilidades técnicas; por ejemplo, sondaje

urinario, punción y canalización de vías venosas, gasometrías, colocación de sonda nasogástrica, sutura de heridas, reanimación cardiopulmonar (36) (24)(16).

En el caso de gasometría existen múltiples modelos simuladores para la punción arterial de gasometría arterial uno de ellos es el M99 Arterial puncture wrist.

b. Simulación de fidelidad intermedia

Se combina el uso de una parte anatómica, con programas computacionales de menor complejidad que permiten al instructor manejar variables fisiológicas básicas con el objetivo de lograr el desarrollo de una competencia. Por ejemplo, dispositivos para el entrenamiento de reanimación cardiopulmonar. (3, 24)

c. Simulación de alta fidelidad

Integra múltiples variables fisiológicas para la adaptación de escenarios realistas con maniqués de tamaño real. El fin es entrenar competencias técnicas avanzada. Reproducen diversas tareas clínicas como auscultación cardíaca, cateterización cardíaca broncoscopia, colonoscopia, artrocentesis, endoscopia en diversos campos. (3, 24)

La fidelidad no es siempre proporcional a la complejidad utilizada. Por ejemplo, cuando se realiza la entrevista médica a un paciente simulado, en el que además se le tiene que examinar o hacer un procedimiento, se trata de una simulación de muy alta fidelidad ya que se acerca a la realidad, sin embargo, es un escenario de baja complejidad y escasa tecnología. (37) Permiten desarrollar competencias en el manejo de situaciones clínicas complejas y para el trabajo en equipo.

2.3.9.-La simulación y preparación de los tutores

Otro aspecto crucial para el desarrollo de la simulación es la preparación de los tutores; que consiste en un riguroso entrenamiento previo. Las características del tutor se pueden resumir en: tener una adecuada actitud, conocimiento teórico, apoyo para la interacción de los alumnos de un mismo grupo, proveer los recursos adecuados, ser un soporte para la ejecución de las actividades encaminadas a lograr las competencias clínicas y además una retroalimentación efectiva del accionar del participante. (27).

2.3.10- Fases de la simulación médica

2.3.10.1.-Planificación y Diseño de los escenarios

Tiene como finalidad la creación de experiencias de aprendizaje relevantes para los participantes. Es importante mencionar:

- a. Cronograma de actividades bien definido ¿Qué? ¿Cuándo?
- b. Planteamiento de objetivos específicos para cada sesión de simulación
¿Qué competencias se desean alcanzar en los participantes?
- c. Descripción del espacio de aprendizaje y los recursos disponibles se especifica el lugar que se utilizará para la simulación (sala, aula, taller) y el contexto clínico a simular (habitación de hospital, consulta, quirófano, urgencias, UCI...) Especificación del simulador o simuladores necesarios. (Alta Fidelidad) ej. Ordenador Portátil para simulador de parto; BF (Baja Fidelidad) ej. Brazo de punción arterial e inyecciones. (38)
- d. Diseño de casos clínicos y escenarios:
Especificar el escenario detalladamente con lo más relevante de acuerdo al

contexto.

e. Diseño de roles de los instructores y participantes:

Es necesario delegar a un asesor experto en el área escogida para la simulación. Además el equipo debe estar compuesto por el coordinador general, y la presencia de facilitadores que en varias sesiones previas deberán definir el material a ser utilizado, el manual de guía para el participante, las herramientas de evaluación de acuerdo a la familiaridad y uso puede ser el ECOE.

En general suelen participar entre 2-4 estudiantes. El número de instructores puede variar en función del tipo de simuladores que se vayan a utilizar.

En cuanto a los casos de simulación de alta fidelidad se debe considerar instructores con diferentes roles como por ejemplo: el instructor responsable, otro que maneje el software y también se pueden incluir instructores como facilitadores que ayuden a los estudiantes en el desarrollo del caso. Este facilitador puede actuar como un participante más, con un rol asignado (familiar, cirujano, anestesista, enfermero)". (38)

f. Diseño y validación de herramientas de evaluación.

g. Lista de verificación previa a la simulación. (Anexo 8)

2.3.10.2.- Desarrollo del Taller

- a. **Presentación del taller** (Escenario) "Se muestra al grupo el ambiente donde se va a desarrollar la situación, el material, los equipos disponibles y las características del simulador. Si el estudiante solicita información, el mismo es aportado por el docente.".(39) (38)

2.3.10.3.- Debriefing y Evaluación

- El debriefing es un elemento fundamental de la simulación que consiste en un análisis reflexivo y autoevaluación de los participantes y observadores, como lo sugieren varios autores, entre ellos: Fannin, Ackermann. (40) (38) (41) (42)(40).

En particular, las preguntas más frecuentes son:

- ¿consideran que cumplieron con los objetivos planteados?
- ¿creen tener los conocimientos y las habilidades para llegar a los objetivos establecidos?
- ¿están conformes con su desempeño?
- si se enfrentan nuevamente a esta situación en la vida real, ¿harían algo diferente?,
- ¿qué es lo que el grupo hizo bien?
- ¿cuáles fueron las intervenciones claves?
- Se realiza un análisis reflexivo sistemático del desempeño individual y grupal.

Posteriormente se puede proyectar el video del escenario con el fin de observar sus acciones, se reconocen errores y se fortalecen las acciones bien realizadas. (43)

Finalmente, el docente realiza un cierre con un resumen de lo evaluado y cómo puede ser aplicado en la práctica clínica (40). Luego de la actividad los estudiantes completan una encuesta de evaluación del curso. (41) (44) (45).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1.-Población

El presente estudio estuvo integrado por el 100% de médicos residentes del primer año de medicina familiar de la Pontificia Universidad Católica del Hospital Vozandes Quito (n= 8) y el 71.4 % de internos rotativos de medicina del Hospital Vozandes Quito, período 2015 (n= 10), que cumplieron con los criterios de inclusión.

Población finita asignada por el Hospital Vozandes Quito durante el período Octubre 2014 a Julio 2015.

3.2.-Criterios de inclusión

- Internos rotativos de medicina del HVQ 2015.
- Residentes del primer año del posgrado de Medicina Familiar de la PUCE-HVQ (2014-2015).
- Asistencia de los participantes antes, durante y después del taller.
- Aceptación de participación en el taller mediante el consentimiento informado.

3.3.-Criterios de exclusión

- Residentes de años superiores del posgrado de Medicina Familiar.
- Residentes de otros postgrados.
- No aceptación de participar en el estudio
- No tener firmado el consentimiento informado
- Ausencia de los participantes durante el proceso de desarrollo del taller.

3.4.-Instrumentos

- Encuesta (**Anexo 10** Sección A)
- Test de conocimiento pre y post-intervención (**Anexo 10** Sección B)
- Evaluación Clínica Objetiva Estructurada pre-post-intervención comunicación-técnica, interpretación (pre-post ECOE). (**Anexo 5**)
- Formulario de preguntas (evaluación de taller- debriefing). (**Anexo 6,7**)
- Manual de técnica e interpretación de gasometría arterial y algoritmo (**Anexo 14, 15**)

3.5.-Tipo de estudio

Se realizó un estudio cuasi experimental de serie de casos (pre-pos-test grupo único), en internos y residentes del primer año del posgrado de Medicina Familiar del HVQ.

3.6.-Descripción de la propuesta metodología para la implementación del taller de simulación en gasometría arterial.

El proceso de aprendizaje-evaluación de implementación del taller de simulación se basó en:

3.6.1.- Planificación

1. Se conformó un equipo de prueba que contó con la participación, asesoría y seguimiento de un grupo de expertos en educación médica, medicina familiar, terapia intensiva, el estudio incorporó dos consultores externos (médicos tratantes intensivistas que se desempeñan como profesores y tutores del Postgrado de Medicina Crítica y Emergencia) con quienes se ajustaron aspectos metodológicos.
2. Se tramitó autorización y permisos institucionales de las autoridades del HVQ para realización de taller.
3. Se construyó la de hoja de consentimiento informado para participantes bajo las normas de la “declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial” (46) que garantizó la confidencialidad de los participantes.
4. Se realizó una revisión bibliográfica sobre gasometría arterial (definición, indicaciones, contraindicaciones, técnica e interpretación de gasometría arterial), para la elaboración del manual, el mismo que se entregó a los participantes.
(Anexo 15) (47)(48)(49)(50)(51)(52)(53)(54)
5. Se elaboró algoritmo aplicable a nuestro medio para interpretación de gasometría arterial. (Anexo 14) (53)(52)(51)(53)
6. Se diseñó las herramientas de evaluación para aplicación en el taller, entre ellas:

Test de conocimiento pre y post-intervención (Anexo 10): identificada con número de cédula, edad, sexo y cargo que desempeñó en HVQ, dividida en dos secciones:

- **Sección A** :Identificación de barreras en realización e interpretación de gasometría arterial (**Anexo 10**)
- **Sección B:** La prueba estuvo conformada por 14 preguntas de opción múltiple, referente a conocimientos teóricos en relación a técnica e interpretación de gasometría arterial.

Se llevó a cabo el proceso de validación; el test de conocimientos se entregó a 15 médicos recién graduados, quienes realizaron sugerencias sobre estructura, comprensión y número de preguntas.

Evaluación Clínica Objetiva Estructurada pre-post-intervención comunicación-técnica, interpretación (pre-post ECOE) :(**Anexo 5**) se construyó mediante el consenso del equipo de prueba, siguiendo los requerimientos de estructuración de una ECOE como lo menciona Naumman, se contó con una lista de cotejo con 19 ítems en el que se detallaron los componentes de las competencias evaluadas.(55)

Formulario de preguntas (evaluación de taller- debriefing)

(**Anexo 6,7**) se construyó el formulario en base al “Manual de Cadiz” (38).

7. Se estandarizó el punto de corte para aprobación: 70% conocimientos teóricos, 100% comunicación y técnica y 70% interpretación, establecido por consenso entre el equipo de prueba, tomando como referencia estudios de entrenamiento en simulación.(56)
8. Diseño de escenarios: para su elaboración se tomaron en cuenta los siguientes parámetros, según Manual Cadiz y Naumann:(38) (55)
 - Definición de casos de alteración del equilibrio ácido-base.
 - Autenticidad del caso
 - Información completa para resolución de caso.
 - Adecuada estructura y factibilidad del caso.
 - Tiempo permitido por estación.
 - Número de estaciones.
 - Contenido de cada estación
 - Asignación de roles.
 - Número de participantes por estación.
 - Preparación, entrenamiento de tutores y entrenadores.
 - Lugar
9. Preparación de las agendas y convocatoria a participantes.(**Anexo 3, 4**)
10. Selección y entrenamiento de tutores por equipo de prueba para realización del taller.

3.6.1.1- Recolección de datos basales de los participantes

Con el objeto de establecer los datos basales de los participantes, se evaluó conocimientos teóricos, comunicación, técnica e interpretación de gasometría arterial, mediante los instrumentos contruidos (**Anexo 5, 10**); proceso que se realizó en el laboratorio de simulación de la PUCE, según tabla de especificaciones. (**Anexo 16**)

El asesor de simulación mostró al grupo de estudiantes el ambiente donde se desarrolló la simulación, el material y los equipos disponibles y las características del simulador (simulador de baja fidelidad modelo M99 Arterial Puncture Wrist Kyoto Kagaku código Puce 022405-2.). Se filmó la actividad, con autorización de los participantes; el caso a desarrollar se dividió en tres estaciones:

Estación 1 Comunicación-Técnica: requirió de una enfermera que presentó el caso y a la vez cumplió con el rol de observadora y facilitadora para información solicitada por el participante. El tiempo asignado fue de 10 minutos (3 min/ participante para comunicación y 7 min/ participante para técnica).

Estación 2 Interpretación: análisis y resolución de tres casos clínicos con enfoque de alteraciones del equilibrio ácido-base, con una duración de 30 minutos.

Estación 3 Conocimiento teórico (Anexo 10)

El punto de corte establecido fue 100% para las competencias de comunicación-técnica y 70% para conocimientos teóricos e interpretación de gasometría arterial.(56)

Ilustración 2. Simulador de baja fidelidad Modelo M99 Arterial puncture Wrist



Fuente: Kyoto kagaku Corp.

3.6.2.- Desarrollo del Taller de simulación de gasometría arterial

El 8 y 9 de junio del 2015 a partir de las 15h00, en el auditorio del Hospital Vozandes se llevó a cabo el taller de simulación. Se dividió al grupo en internos y residentes. El primer día se trabajó con 10 internos rotativos, al día siguiente se trabajó con ocho residentes, según tabla de especificaciones. (**Anexo 3**).

El taller contó con dos observadores y cuatro tutores que se distribuyeron dos en comunicación-técnica y dos en interpretación.

- Se inició con la clase teórica, dirigida a internos y residentes, sobre indicaciones, contraindicaciones, complicaciones técnica e interpretación de gasometría, con material audiovisual que reafirmó los puntos descritos, con una duración de 30 minutos.

- A continuación se realizó un entrenamiento en técnica e interpretación de gasometría arterial, para lo cual se dividió en dos grupos, con una duración de 30 minutos en cada dominio, con un total de 60 minutos.
- Receso: duración de 15 minutos.
- Posterior a estas actividades se procedió con un caso demostrativo de simulación, con una duración de 20 minutos, haciendo énfasis en uso de nemotecnias para técnica e interpretación de la gasometría arterial.(**Anexo 14-15**)
- Acto seguido se dividió a los participantes en dos grupos para la resolución de dos casos clínicos, de los cuales la mitad participo activamente en la simulación mientras la mitad restante observó con detalle el proceso, luego se alternó cambio de roles. En cada escenario se requirió de: paciente, enfermera/o, interno/a, residente, tratante; se realizó una supervisión directa en técnica e interpretación por medio de los tutores la duración de esta actividad fue de 40 minutos (20 minutos por caso).

3.6.2.1.-Análisis Reflexivo (Debriefing) y evaluación global del taller

Al finalizar el taller se realizó un análisis reflexivo entre tutores y participantes por medio de preguntas según el “Manual Cadiz” (38) (**Anexo 7**).

Se identificaron errores y se realizó un análisis sistemático del desempeño individual y grupal. Finalmente, el tutor realizó un resumen de la importancia en la comunicación, técnica e interpretación de gasometría arterial, haciendo énfasis de las nemotecnias y algoritmo utilizados en el taller para la aplicación en la práctica clínica diaria.

Luego de esta actividad los estudiantes completaron una encuesta de evaluación del curso, elaborada por el equipo de prueba.

Duración de 40 minutos. (**Anexo 7**)

3.6.3.- Evaluación post intervención.

La evaluación se realizó un mes después del taller de simulación, en 18 participantes (según criterios de inclusión), los días 9 y 10 de Julio en el HVQ.

El primer día se evaluó a internos rotativos (n=10) y el segundo día a médicos residentes (n=8). Se distribuyó a los participantes en tres estaciones, según tabla de especificaciones, (**Anexo 4**) se asignó roles y se procedió a la evaluación de :

1. Comunicación – técnica : (se empleó simulador de baja fidelidad modelo M99 Arterial Puncture Wrist Kyoto Kagaku código PUCE 022405-2).
2. Interpretación de casos clínicos: basados en casos reales que abarcaban alteraciones el equilibrio ácido-base. (**Anexo 5-9**)
3. Conocimiento teórico e identificación de barreras (**Anexo 10**)

El punto de corte establecido fue 100% para las competencias de comunicación-técnica y para conocimiento e interpretación de gasometría arterial.(56)

3.7.- Operacionalización de variables

DEFINICIÓN CONCEPTUAL		DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	FUENTE	REGISTRO
Taller de simulación	Técnica de aprendizaje de educación médica que aporta destreza, habilidad mental y capacidad de respuesta asertiva mediante el uso de simuladores.	CONOCIMIENTO	Evaluación de conocimientos que fundamentan la técnica e interpretación de la gasometría pre y post intervención.	Preguntas de opción múltiple.	Formularios	Hoja de asistencia, formularios de cada participante .
		TECNICA Y DESTREZAS	Conjunto de procedimientos reglamentados y pauta que se utilizan para llegar a un cierto fin, evaluados mediante un test pre y post intervención.	APRUEBA: 70% o más. REPRUEBA: 69% o menos.		
		INTERPRETACION	Capacidad de analizar los resultados obtenidos en una gasometría y aplicarlos a la lógica clínica con el fin de establecer una conducta terapéutica adecuada, evaluados mediante un test pre y post intervención.			
		DEBRIEFING y EVALUACION DEL TALLER DE GASOMETRÍA ARTERIAL	Autoevaluación de participantes y observadores, guiada por preguntas orientadoras que permiten autoevaluar de forma integral la participación individual y grupal, evaluados post intervención.	Cumple No Cumple		

3.8.-Análisis Estadístico

3.8.1.-Procedimiento de recolección de información

Para el respectivo análisis de información se realizó lo siguiente:

- Se recolectaron los datos en los formularios diseñados para el efecto. (**Anexos: 5, 9,10**)
- Construcción de base de datos en una hoja de cálculo de Excel.
- Control de calidad de la base de datos.
- Análisis estadístico en el programa SPSS 22.

Las variables de tipo cualitativo, se calcularon a través de frecuencias, distribuciones porcentuales; se aplicó la prueba de Chi 2, con los respectivos intervalos de confianza al 95% y $p < 0,05$ para establecer diferencias de frecuencias con significación estadística, de los hallazgos pre y pos-test y el cargo, según se consideró relevante. En relación a las variables cuantitativas, se calculó medidas de tendencia central (media, mediana, moda, desvío estándar). Para evaluar la diferencia de valores obtenidos en el score de evaluación pre y por test se realizó, la prueba t de student, con intervalos de confianza al 95% y $p < 0,05$ para encontrar significación estadística.

3.9.-Aspectos bioéticos

El consentimiento informado fue entregado a cada uno de los participantes, la autorización fue debidamente firmada antes de participar en el estudio, la confidencialidad de la información y la fuente de datos en que se basa el estudio, sigue los preceptos de la “Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial”.(46)

Para el manejo de la información se mantuvo el cifrado de la identificación de cada participante lo que aseguró el anonimato y la reserva de los datos.

La participación en este estudio fue voluntaria y confidencial y no se usó para otro propósito que no sea académico.

3.10-Aspectos administrativos

- Recursos humanos: investigadoras (Paola Rea, Gabriela Mazón), residentes de segundo y tercer año de Medicina Familiar del HVQ.
- Materiales: cuestionario, pre-test, pos-test, pre-ecoe, pos-ecoe, lápices, hojas de papel bond, cuaderno, filmadora, cámara de fotos, marcadores, computadoras, impresora, infocus, camillas, insumos médicos.
- Simuladores de baja fidelidad.

CAPITULO IV

RESULTADOS

Se presenta la información de 18 participantes, 10 pertenecen a Internos rotativos y 8 a Médicos Residentes del primer año de Medicina Familiar del HVQ.

4.1 Características de la población de estudio

Tabla 1. Distribución de participantes según el género y la edad.

Género	Frecuencia	Porcentaje	Promedio edad (años)
Masculino	6	3,3	25,0
Femenino	12	66,7	26,5
Total	18	100	25,7

Elaboración: Mazón, G; Rea, P. Datos de la investigación.

4.2 Barreras limitantes en el aprendizaje médico

Tabla 2 Barreras limitantes en el aprendizaje médico identificadas por los participantes para la realización de gasometría arterial pre-intervención

Barreras iniciales	Internos Rotativos (n,%)	Médicos residentes (n,%)	Frecuencia de reporte*	OR (IC95%)	valor p
Conocimiento	1 (10%)	1(12,5%)	2 (11,1%)	0,7 (0,04-14,7)	0,7
Falta de retroalimentación	3(30%)	1(12,5%)	4 (22,2%)	3,0 (0,2-36,3)	0,5
Falta de supervisión	6(60%)	—	6 (33,3)	0,4(0,1-0,8)	0,01
Restricción por temor a aspectos médico legales	7(70%)	1(12,5%)	8 (44,4%)	16,3 (1,3-197,7)	0,025
Falta de oportunidades	7(70%)	4(50%)	11 (61,1%)	2,3 (0,3-16,1)	0,6

* Frecuencia de reporte de barrera entre los participantes (n =18).

Elaboración: Mazón, G; Rea, P. Datos de la investigación.

Los internos rotativos reportaron con mayor frecuencia las barreras en relación a los residentes siendo la relación 3:1.

La falta de oportunidad fue la principal barrera identificada, seguido de la restricción por temor a aspectos médico legales, siendo esta distinta en frecuencia entre el nivel de formación de los participantes con una significancia estadística (Valor p: 0,025).

La falta de supervisión fue otro factor limitante reportado en el grupo de internos rotativos; el grupo de residentes no reportó ninguna barrera en relación a la supervisión, esta diferencia alcanzó significancia estadística. (Valor p: 0,011).

Tabla 3 Barreras limitantes en el aprendizaje médico identificadas por los participantes para la realización de gasometría arterial post-intervención.

Barreras Post- intervención	Internos Rotativos	Médicos residentes	Frecuencia de reporte*	OR (IC95%)	valor p
Conocimiento	1 (10%)	3(37,5%)	4 (22,2%)	0,1 (0,01-2,2)	0,2
Falta de retroalimentación	1 (10%)	1(12,5%)	2 (11,1%)	0,7 (0,4-14,7)	1
Falta de supervision	1 (10%)	1(12,5%)	2 (11,1%)	0,7 (0,04-14,7)	1
Restricción por temor a aspectos médico legales	3 (30%)	—	3 (16,6%)	0,7 (0,46-1,05)	0,2
Falta de oportunidades	5 (50%)	2(25%)	7 (38,8%)	3(0,3-22,7)	0,3

*Frecuencia de reporte de barrera entre los participantes (n =18).

Elaboración: Mazón, G; Rea, P. Datos de la investigación.

La frecuencia de reporte disminuyó tras la intervención para todas las barreras evaluadas, sin diferencia significativas entre los grupos.

Tabla 4 Distribución de Barreras identificadas por los participantes en interpretación de gasometría, previas a la intervención según cargo.

Barreras iniciales	Internos Rotativos (n,%)	Médicos residentes (n,%)	Frecuencia de reporte*	OR (IC 95%)	ValorP
Conocimiento	4 (40%)	5 (62,5%)	9 (50%)	0,4(0,05a2,7)	0,6
Falta de retroalimentación	5 (50%)	1(12,5%)	6 (33,3%)	7(0,61a79)	0.1
Falta de supervisión	1 (10%)	—	1 (5,5%)	0,9(0,7a1,1)	1
Restricción por temor a aspectos médico legales	—	—	—	—	—
Falta de oportunidades	3 (30%)	—	3(16,6%)	0.7(0,6a79)	1

*Frecuencia de reporte de barrera entre los participantes (n =18).

Elaboración: Mazón, G; Rea, P. Datos de la investigación.

Las barreras identificadas por los participantes con mayor frecuencia en la interpretación de la gasometría arterial fueron: conocimiento, falta de retroalimentación sin llegar estas barreras a ser estadísticamente distintas entre internos y residentes.

Tabla 5 Barreras limitantes en el aprendizaje médico identificadas por los participantes para la interpretación de gasometría arterial post-intervención.

Barreras Post- intervención	Internos Rotativos	Médicos residents	Frecuencia de report*	OR (IC 95%)	Valor p
Conocimiento	5(50%)	3(37,5%)	8 (44,4%)	1,66(0,2a11)	0,6
Falta de retroalimentación	4(40%)	2(25%)	6 (33,3%)	2(0,2a15)	0,6
Falta de supervision	2(20%)	—	2 (11,1%)	0,8(0,5a1)	0,4
Restricción por temor a aspectos médico legales	—	—	—	—	—
Falta de oportunidades	1(10%)	—	1 (5,5%)	0,9(0,7a1,1)	1

*Frecuencia de reporte de barrera entre los participantes (n =18).

Elaboración: Mazón, G; Rea, P. Datos de la investigación.

Posterior a la intervención no se encontró diferencia estadísticamente significativa en relación al reporte de barreras al analizar los resultados entre internos y residentes.

4.3 Conocimiento Teórico pre y post intervención

Tabla 6 Frecuencia de participantes que aprueba* el test de conocimientos

CARGO	Aprueba (n,%)	Reprueba (n,%)	Valor p (Fisher)
Intervención (POST INTERVENCION)	17	1	0,33
No intervención (PRE- INTERVENCION)	14	4	
Total	31	5	36

*Aprobación: punto de corte 70%. (RR: 1,2; IC 95%: 0,9 a 0,5/OR: 4,85; IC95%: 0,4 a 48,57)

Elaboración: Mazón, G; Rea, P. Datos de la investigación

El conocimiento teórico posterior a la intervención mejoró en los participantes, sin que este incremento pudiera alcanzar significancia estadística (Valor P: 0,33)

4.4 Comunicación y técnica pre y post intervención

Tabla 7 Comparación pre y post ECOE de comunicación y técnica según aprobación* por cargo.

Cargo	Aprueba	Reaprueba	Valor p (Fisher)
Intervención (POST ECOE TC)	18	0	0,0000016
No intervención (PRE-ECOEC TC)	4	14	
Total	22	14	36

*Aprobación: punto de corte 100%; RR: 4,5; IC95%: 1,89 a 10,67/OR: No definido)

Elaboración: Mazón, G; Rea, P. Datos de la investigación

Se encontró que 4 de los 18 participantes aprobó el ECOE técnica-comunicación previo a la intervención, luego de la misma, el 100% mejoró su puntaje y aprobó, esta mejoría alcanzó una significancia estadística importante. (RR: 4,5; IC 95%: 1,89 a 10,67).

4.5 Interpretación pre y post-intervención

Tabla 8 Comparación de pre y post ECOE interpretación según aprobación*

	Aprueba	Reprueba	Valor p (Fisher)
Intervención (POST ECOE)	17	1	0,0000000042
No intervención (PRE-ECOE)	0	18	
Total	17	19	36

*Aprobación: punto de corte 70%.

Previo a la intervención el 100% de participantes reprobó la interpretación, luego de la intervención, se encontró que 17/18 participantes (94,4%) aprobó este parámetro, alcanzando esta diferencia de frecuencias de personas que aprobaron, una significancia estadística considerables. (Valor P: 0,0000000042)

4.6 Promedios obtenidos pre y post intervención

Tabla 9 Diferencia de promedios obtenidos pre y post intervención en los diferentes dominios.

Dominios	Pre intervención		Post intervención		Valor p T-test
	Promedio	Intervalo de confianza	Promedio	Intervalo de confianza	
Conocimiento	10,78	10,11 a 11,4	12,11	11,5 a 12,67	0,016
Interpretación	3,78	3,11 a 4,44	17,17	15,67 a 18,78	0,0001
Comunicación y técnica	6,11	5,17 a 7,06	12	12	0,0001

Elaboración: Mazón. G; Rea. P. Datos de la investigación

Los dominios evaluados evidenciaron una mejoría con significancia estadística en los resultados obtenidos posterior a la intervención, es así que el conocimiento teórico inicialmente tuvo un promedio de 10,78 entre los participantes frente a un 12,11 luego de la intervención con un valor p 0,016.

En la comunicación y técnica el promedio encontrado previamente fue de 6,11 y tras la intervención el promedio fue 12 (Valor p: 0,001). Por último en la interpretación de la gasometría el promedio inicial fue 3,78 y posterior a la intervención 17,17 (Valor p: 0,0001).

Los hallazgos encontrados permiten ver el beneficio de la simulación en el aprendizaje, ya que hay diferencia estadísticamente significativa en los resultados.

4.7 Análisis reflexivo (Debriefing)

El análisis reflexivo se llevó a cabo con los 18 participantes, quienes aportaron de manera espontánea al grupo con diferentes opiniones sobre su desempeño, el trabajo grupal y el desarrollo del taller de simulación. en base a un cuestionario estructurado (**Anexo 7**).

Los comentarios de los participantes fueron: “el taller nos brindó la oportunidad de entrenamiento y perfeccionamiento en la técnica, trabajo en equipo reflexión sobre los errores cometidos, realización del procedimiento sin poner en riesgo la seguridad del paciente. El haber participado en esta experiencia permitió la familiarización con el escenario clínico que al inicio generó estrés “El diseño del algoritmo y las nemotecnias fueron claves para el aprendizaje”.

Las principales observaciones mencionadas por los participantes fueron : “me hubiera gustado profundizar en la fisiología del equilibrio ácido base”, “ mayor número de escenarios que permitan mejor entrenamiento”, “ realizar el taller en días que no coincida con turno y pos-turno”, “me hubiera gustado que el taller se realice en el centro de simulación para evitar distractores”.

4.8 Evaluación del taller de simulación según los participantes.

Al finalizar el taller de simulación, se realizó una evaluación general. Se entregó una hoja estructurada, con varios parámetros que fueron valorados por los participantes. la hoja no requirió identificación. (**Anexos: 6.13**).

Entre los datos obtenidos de mayor relevancia en la evaluación del taller se destacan: la preparación del tutor, la guía y la retroalimentación durante la simulación fue superior a lo esperado para más del 50% de los participantes. En relación a la percepción de los participantes para la realización e interpretación de la gasometría arterial, el 80% indica ser capaz de realizar e interpretar adecuadamente la gasometría arterial.

La valoración dada por los participantes a los escenarios en que se desarrollaron los casos clínicos, al simulador empleado para el entrenamiento de la técnica en gasometría, al número de alumnos por escenario, es superior a lo esperado, en el 66,7%. 46,7% y 60% respectivamente, mientras que el tiempo distribuido en la práctica y la interpretación, cumplió con lo esperado para el 43,7% de los participantes.

Estos resultados reflejan la aceptación y satisfacción de los participantes en el desarrollo del taller.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

La simulación representa una herramienta innovadora en el proceso de aprendizaje-evaluación en la formación médica de pregrado y postgrado; como resultado, la simulación hoy en día es parte de las evaluaciones requeridas para obtener la certificación médica del ejercicio profesional en varios países, entre ellos: el examen de licencia médica de los Estados Unidos (USMLE), el examen del *Royal College of t Physicians* de Canadá, el examen profesional de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Siguiendo la tendencia internacional. el Ecuador implementó centros de simulación en las universidades del país como parte de la formación de los profesionales de salud y la acreditación de las carreras de medicina(29).

La simulación clínica juega un papel muy importante en diferentes áreas médicas como: medicina intensiva, emergencia, pediatría, anestesiología entre otras; así como lo señala Draycott en su estudio, en el que se evidencia la disminución de injuria neonatal de 9.3% a 2.3%, luego del entrenamiento con un simulador de distocia de hombro. (57)

Bajo estas condiciones el uso de la simulación se puede llevar a cualquier ámbito educativo, en este contexto el presente estudio cobra importancia, dado que la gasometría es parte del pensum de formación médica como lo establece el CEAACES en el temario de alteraciones del equilibrio ácido-base para el diagnóstico y terapéutica oportuna. A pesar de ser una prueba de uso rutinario en el nivel hospitalario, en este

estudio, se identificaron varios limitantes reportados por los participantes en relación a la realización e interpretación de la gasometría, por lo que surge la necesidad de integrar el conocimiento, la técnica e interpretación de la gasometría arterial mediante la implementación del taller de simulación.

Las principales barreras identificadas por los participantes fueron: la falta de oportunidades, seguido de la restricción por temor a los aspectos médico-legales y falta de supervisión por los tutores. Es así, que la falta de oportunidades se ve limitada por aspectos éticos-legales; debido al aumento de denuncias de mala práctica médica, relacionadas con la mala comunicación médico-paciente, diagnóstico y tratamiento que ponen en riesgo la seguridad del paciente, lo que crea inseguridad y temor en la realización de procedimientos médicos como lo indica García-Garduza. (58) En cuanto a la restricción por temor a los aspectos médico-legales luego de la intervención se observó una disminución en el reporte de los participantes, como resultado de la consolidación del conocimiento adquirido. Al mismo tiempo luego del taller de simulación la mejoría de nuestros participantes en relación a la comunicación se pudo observar en la información, explicación, respuesta a inquietudes y recomendaciones realizadas por el participante hacia el paciente simulado. Así, la aptitud comunicativa del médico es parte de la competencia requerida para confrontar la problemática que presenta el paciente, sin embargo hay dificultades en establecer una comunicación efectiva en la relación médico paciente, como lo demuestra “Campero en su estudio, en el que sólo el 2.5 % de los médicos saludaron al paciente cuando entró a la consulta, el 93.5 % de los médicos conducía la entrevista, e interrumpía si el paciente daba más información de la solicitada, por lo que el 45 % de los pacientes no comprendieron su

enfermedad y sólo el 5% de los médicos verificó la comprensión de las indicaciones dadas, en este tipo de comunicación no existió una acción educativa ni participativa del paciente en el cuidado de su salud,” (59) (60) situación similar se identificó en nuestros participantes en la evaluación previa al taller de simulación.

La interpretación de la gasometría tiene una relación directa con la conducta terapéutica. misma que puede revertir el pronóstico de un paciente según lo reporta Vieda E. (61) En el presente estudio, se encontró que el 100% de los participantes no fue capaz de interpretar adecuadamente los datos de gasometría de los diferentes casos clínicos previos a la intervención, probablemente por falta de consenso, seguimiento y aplicación de un algoritmo estandarizado de los parámetros de interpretación de la gasometría arterial.

En nuestro estudio se evaluó la competencia clínica a través de un examen clínico objetivo estructurado. en un entorno simulado llegando hasta el tercer escalón de la pirámide de Miller “demuestra como lo hace” (62), con una permanencia de las competencias en conocimiento, comunicación, técnica e interpretación de gasometría arterial tras cuatro semanas de haber recibido el taller. Los resultados obtenidos en los participantes reflejaron el impacto positivo de la simulación en su aprendizaje, sin embargo es necesario más estudios locales en otras poblaciones que valoren la permanencia de las competencias aprendidas en el tiempo. Vadnais, en su estudio señala que la simulación contribuye a la retención a corto plazo y podría mantenerse en ciertos casos hasta un año después del entrenamiento, sin embargo menciona que el conocimiento disminuye en el transcurso del tiempo. (63)

La falta de aplicación de métodos virtuales en la educación médica, hace difícil que se conciba como un escenario que imita la realidad a la simulación, siendo esta una limitación descrita por los participantes en nuestro estudio, al igual que lo indica Good. ML. (64).

En conclusión, la propuesta metodológica planteada en este estudio se llevó a cabo tomando en cuenta lineamientos como lo sugieren otros estudios: Es así. para la planificación como lo describe Fraser (65), fue necesario determinar las necesidades específicas de los participantes en gasometría arterial en este sentido, se realizó una revisión bibliográfica para estandarizar conocimientos en relación a técnica e interpretación de gasometría arterial (**Anexo 14. 15**) y se construyeron los instrumentos de evaluación (**Anexo 5.6**).

De la misma manera, se realizó el entrenamiento y asignación de roles de los tutores; así como la organización y diseño de escenarios. (66)

Finalmente se procedió con el análisis reflexivo (debriefing) y la evaluación de competencias, (**Anexo7**) (38)(66)(40) que contribuyó a la identificación de aciertos y errores, facilitando la evaluación del desempeño de cada uno de los participantes y el trabajo en equipo, como lo menciona Motola y colaboradores (26)

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

1. En este estudio se evidenció una deficiencia importante de conocimientos en la realización de la técnica e interpretación de la gasometría en los participantes previa a la intervención.
2. Las falta de oportunidades, la restricción por temor a los aspectos médicos legales y falta de supervisión fueron las principales barreras identificadas por los participantes como factores limitantes del proceso de aprendizaje.
3. La propuesta metodológica de este estudio, para la implementación del taller de simulación como herramienta de aprendizaje permitió que los participantes mejoren significativamente en comunicación, realización e interpretación de gasometría arterial las mismas que se mantuvieron al mes de evaluación.

4. El análisis reflexivo (debriefing) permitió la autoevaluación y retroalimentación, fomentando el pensamiento crítico y reflexivo. dando lugar a un aprendizaje significativo.

5. El taller de simulación tuvo una alta aceptación entre los participantes, reflejada en la evaluación global del mismo.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. La aplicabilidad de esta propuesta metodología tuvo como elemento clave la planificación sistemática (personal entrenado en simulación, preparación de tutores, elaboración de escenarios, diseño de las herramientas de evaluación, espacio físico y recursos administrativos), que facilitó el desarrollo de la simulación clínica y del proceso de aprendizaje.
2. La simulación debe realizarse en los laboratorios de simulación con la finalidad de evitar distractores, bajo una supervisión adecuada y a la vez ofrecer varios escenarios, con el objetivo de mejorar el entrenamiento ante diversas circunstancias a los que pueden enfrentarse en la práctica clínica diaria.
3. Como parte de la reestructuración en la educación médica Ecuatoriana, las autoridades responsables deben implementar cursos dirigidos a la formación de profesores en evaluación de competencias, en la estructuración de la ECOE, análisis reflexivo (debriefing) y simulación, para aprovechar los recursos con los que cuentan varias universidades del país con la finalidad de mejorar el proceso de aprendizaje.

4. Es importante realizar más estudios en simulación médica en nuestro país, que permitan medir el impacto de esta metodología como herramienta de aprendizaje a largo plazo.

CAPITULO VIII

LIMITACIONES

- La falta de personal especializado en simulación al igual que la experiencia limitada en talleres de simulación, prolongo el tiempo de preparación del taller.
- La elaboración de algoritmo para la interpretación de gasometría arterial constituyó un limitante, debido a la falta de valores estandarizados para la interpretación en nuestro medio (parámetros para altura de Quito).
- Los instructores requirieron una formación previa en simulación clínica, la misma que se vio afectada por diferentes actividades asistenciales.
- La asistencia de los participantes se dificultó por sus actividades docentes y asistenciales en las universidades y hospital.
- El tiempo disponible de los participantes generó sobrecarga de actividades lo cual disminuyó la calidad de la simulación.
- El número de los participantes fue reducido lo que influyó en los resultados.

CAPITULO IX

BIBLIOGRAFÍA

1. Vergara. C. Zarol C. Proceso de enseñanza aprendizaje en la clínica odontologica. Aspectos teóricos. Rev Educ Cienc salud. 2008;5(1):6–11.
2. Van der Vleuten. C. Schuwirth L. Assessing professional competence: from methods to programmes. Med Educ. 2005;39:309–17.
3. Gamboa Salcedo. T. Martínez Viniegra. N. Peña Alonso. R. Pacheco Ríos. A. García Durán. R. Sánchez Medina J. Examen clínico objetivo estructurado como instrumento para evaluar la competencia clínica en pediatría. Bol Med Hosp Infat Mex. 2011;68(3):184–92.
4. López Salazar J. Aplicabilidad del examen clínico objetivo estructurado en la evaluación de las competencias clínicas de los internos de medicina en la rotación de pediatría. Hospital Nacional Dos de Mayo. Universidad Nacional Mayor De San Marcos; 2006. p. 123.
5. Hidlgo R. Nuestra concepción en la educación médica.. Rev. Equinoccio. 2008;5.
6. Mencía. S. López Herce. J. Botrán. M. Solana. M. Sánchez. A. Rodríguez. A. Sánchez L. Evaluación de los cursos de simulación médica avanzada para la formación de los médicos residentes de pediatría en situaciones de emergencia. An Pediatr. 2013;78:241–7.
7. Palés Argullós. J. Gomar Sancho C. El uso de las simulaciones en educación médica. TESI. 2010;11(2):147–69.
8. Wayne. DB. Holmboe E. Fisrt Do No Harm: Preserving Patient Safety Without Sacrificing Procedural Education. J. Grad. Med. Educ. 2010;2(4):499.
9. Alfonso C. Investigación de las conductas inapropiadas de los profesionales médicos y el riesgo que presenta esto para la sociedad. 2015.
10. Sánchez del Hierro. G. Remmen. R. Verhoeven V et al. Are recent graduates enough prepared to perform obstetric skills in their rural and compulsory year? A study from Ecuador. BMJ. 2014;4.
11. Sández del Hierro G. ALSO ECUADOR [Internet]. SEM. 2014. Available from: <https://sites.google.com/site.semquito/>

12. Vázquez Mata. G. Guillamet Lloveras A. El entrenamiento basado en la simulación como innovación imprescindible en la formación médica. *EDUC MED*. 2009;12(3):149–55.
13. Serna Ojeda. J. Borunda Nava. D. Domínguez Cherit GR. La simulación en medicina. *La simulación en Mexico. Cir Cir*. 2012;80:301–5.
14. Flexner A. Medical education in the United States and Canada. A report of The Carnegie Foundations on the Advancement of Teaching. The Merrymount Press. editor. Boston; 1910;508–41.
15. Borrell Bentz R. La educación médica de postgrado en la Argentina: el desafío de una nueva práctica educativa [Internet]. 1a ed. OPS. Buenos Aires; 2005. p. 336. Available from: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/6244>
16. Argudín Y. Educación basada en competencias: nociones y antecedentes. Trillas. editor. *Med Hosp Gen Mex*. Primera en. Mexico; 2005;73(1):112.
17. Fernández. González H. La educación médica en la globalización. *Med. Univ*. 2007;9(35):92–7.
18. Medicina. F. Evaluación de competencias profesionales en la carrera de médico de la UNAM [Internet]. Facmed. UNAM. Available from: <http://www.facmed.unam.mx/eventos/competencia/001.pdf>
19. Martínez. Clares. P. Martínez. Juárez. M. Muñoz. Cantero J. Formación basada en competencias en educación sanitaria: aproximaciones a enfoques y modelos de competencia. *RELIEVE*. 2008;14:1–23.
20. Núñez. Córtez. J. Palés. Argullós. J. Rigual . Bonastre R. Guía para la Evaluación de la práctica clínica en las facultades de medicina. Cátedra de educación médica. Madrid-España; 2014. p. 1–149.
21. Dennisse C. Simposio: En la Educación Médica Competency-Based Assessment in Medical Education. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2014;31(3):566–71.
22. Moreno ME. Vera CP. Tellería AM. Reina FN. Revista Española de Anestesiología y Reanimación La evaluación clínica objetiva estructurada en la docencia en Anestesiología y Reanimación. *Rev. Española Anestesiol. y Reanim*. 2012;59(3):134–41.
23. Bartfay W. Rombough R. Howse E LR. Evaluation. The OSCE approach in nursing education. *Can Nurse*. 2004;100:18–23.

24. De Serdio Romero E. Área Docente ECOE: Evaluación Clínica Objetiva Estructurada. *Med. Fam.* 2002;3(2):127–32.
25. Iriondo Sanz M. Técnicas de Evaluación de Competencias Clínicas en Neonatología. Barcelona; 2014.
26. Matiz. Camacho H. La Práctica de la Simulación Clínica en las Ciencias de la Salud. *Rev. Colomb. Cardiol.* 2011;18(6):297–305.
27. Galindo López. J. Visbal Spirko L. Simulación. herramienta para la educación médica. *Rev. Salud Uninorte.* 2007;23(1):79–95.
28. Motola I. Devine LA. Chung HS. Sullivan JE IS. Simulation in healthcare education: a best evidence practical guide. *Med Teach.* 2013;35(10):1511–30.
29. CEAACES. Modelo para la evaluación de las carreras de medicina. ceaaces. 2014. p. 1–61.
30. Khan. K. Pattison. T. Sherwood M. Simulation in medical education. *Med Teach.* 2011;33(1):1–3.
31. Salas. R. Ardanza P. La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. *Rev Cuba. Educ Med Sup.* 1995;9:1–2.
32. Abdulmohsen H. Simulation-based medical teaching and learning. *J. Fam. Community Med.* 2010;17(1):35–40.
33. Simulation [Internet]. Soc. Simul. Heal. 2015. Available from: <http://www.ssih.org/About-Simulation>
34. Ramirez. G. Carriel J. Prácticas de simulación en medicina: ventajas. limitantes. recuento histórico y perspectiva ecuatoriana. *Rev. Med. FCM-UCSG.* 2011;17(4):285–91.
35. UCE. Clínica de Simulación-Guías de práctica de laboratorio. Carrera Med. - UCE.
36. Ziv A. Wolpe PR. Small SD GS. Simulation-based medical education: an ethical imperative. *Acad Med.* 2003;78(8):783–8.
37. Corvetto M et al. Simulación en educación médica: una sinopsis. *Rev Med Chile.* 2013;141:70–9.
38. Universidad de Cadiz. Manual de casos clínicos simulados. Univ. Cadiz. 2012.

39. Shaw E. Ganeshan R. Johnson WL. Building a Case for Agent-Assisted Learning as a Catalyst for Curriculum Reform in Medical Education. Cent. Adv. Res. Technol. Educ. Inf. Sci. Institute. Univ. South. Calif. 1999;509–16.
40. Fannin R. The role of Debriefing in simulation-Based Learning. Soc. Simul. Healthc. 2007;2(2):115–25.
41. Ackermann A. Gore T. Hewett B. Harris MS. Lioce L. Schnieder RS. et al. Standards of Best Practice : Simulation. Clin. Simul. Nurs. 2013;9(55):519–21.
42. Prego J. Gerolami A. Más M. Morosini F. Cedrés A. Rocha S. Dalgarrondo A. Dall Orso P. Simulación de alta fidelidad en emergencia pediátrica: primera experiencia en la formación de posgrados y residentes de Pediatría. Rev.MEed.Urug. 2014;30(4):247–54.
43. Dieckmann P. Molin Friis S. Lippert A. Ostergaard D. The art and science of debriefing in simulation: Ideal and practice. Med Teach. 2009;31(7):287–94.
44. Dreifuerst K. The essentials of debriefing in simulation learning: a concept analysis. Nurs Educ Perspect. 2009;30(2):109–14.
45. Morse CJ. The Effect of Debriefing with Good Judgment on Acute Care Nurse Practitioner Students' Reflective Ability and Perspective Transformation. Villanova Univ. 2012;289.
46. Asociación Médica Mundial (AMM). Declaración de Helsinki. Principios éticos para las investigaciones con seres humanos. 59ª Asam. Gen. Seúl. Corea. 2008.
47. Crespo. A. Garcés. F. Casillas. Y. Cano C. Servicio de Urgencias. Indicaciones e interpretación de la gasometría. Medicine (Baltimore). 2007;9(90):5813–6.
48. Marquéz H et al. Interpretación gasométrica en cinco pasos. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2012;4:389–96.
49. Guyton C. Equilibrio Acido-base. Tratado Fisiol. medica. McGaw-Hill. Madrid; 1997.
50. Peren. K. Aiko P. Physiological Approach to Aessment of acid base disturbances. NEJM. 2014;371:1434–45.
51. Harrison. Principios de Medicina Interna Acidosis y alcalosis. 2012. p. 363–73.
52. Patiño J. Gases sanguíneos. fisiología de la respiración e insuficiencia respiratoria aguda. Ed. Médica. 2005. p. 268.

53. Arthur T. Arterial blood gases. Uptodate. 2012;
54. Danckers M. Arterial Blood Gass. Medscape. 2014.
55. Naumann. F. Moore K. Developing an Objective Structured Clinical Examination to Assess Clinical Competence. 2012;
56. Barrios. S. Masalán. P. Wright A. Adaptación interactiva computacional de un examen clínico objetivo estructurado para Enfermería. Educ Med Super. 2014;28(4).
57. Draycott TJ. Crofts JF. Ash JP. Wilson LV. Yard E. Sibanda T WA. Improving neonatal outcome through practical shoulder dystocia training. Obs. Gynecol. 2008;112(14-20).
58. García. Garduza I. Importancia de la Medicina Legal en la práctica médica [Internet]. Rev. la Fac. Med. la UNAM. 20014. Available from: <http://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2014/un145d.pdf>
59. Hernández-Torres I. Fernández-Ortega MA. Irigoyen-Coria A H. MA. Importancia de la comunicación médico-paciente en medicina familiar. Arch. en Med. Fam. 2006;8(2):137 – 143.
60. Campero CL. Calidad de la relación pedagógica médico paciente en consulta externa: El caso de Oaxaca. Salud Publica Mex. 1990;32(2):192–204.
61. Vieda. Silva E. Cuidado del Paciente crítico. [Internet]. 2014. Available from: <https://laureanoquintero.files.wordpress.com/2014/02/interpretacic3b3n-de-gases-arteriales-y-venosos.pdf>
62. Velasco A. Simulación clínica y enfermería. creando un ambiente de simulación. Univ. Cantab. 2013;
63. Vadnais M et al. Assessment of long-term knowledge retention following single-day simulation training for uncommon but critical obstetrical events. J. Matern Fetal Neonatal. 2012;25(9):1640 – 1645.
64. Good M. Patient simulation for training basic and advanced clinical skills. Med Educ. 2003;37(1):14–21.
65. Fraser J. How to plan, deliver and evaluate a training session. Repr. from Aust. Fam. Physician. 2004;33(6):453.

66. De Oliveira S et al. Experiential learning in nursing consultation education via clinical simulation with actors: action research. *Nurse Educ Today*. 2015;35(2):50–4.
67. University. W. Manual Whashington de Terapeútica Medica Trastornos Acido-Base. 32nd ed. Willians L &Wilkins. editor. 2007.

ABREVIATURAS

PUCE: Pontificia Universidad Católica del Ecuador

HVQ: Hospital Vozandes Quito

TICs : Tecnologías de la Información y Comunicación.

ECOE: Evaluación/ Examen Clínica Objetiva Estructurada

MBE : Medicina Basada en Evidencias

ABP : Aprendizaje Basado en Problemas.

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

PE: Pacientes estandarizados.

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

SSIH: Sociedad de simulación en Salud

SESAM: Sociedad en Europa para la Simulación aplicada a la Medicina

USMLE: United States Medical Licensing Examination

DEBRIEFING: Análisis reflexivo/ retroalimentación.

ANEXO 2

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito de este consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por las Dras. Martha Paola Rea Torres y María Gabriela Mazón Tapia residentes del tercer año del Postgrado de Medicina Familiar de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el proceso de aprendizaje médico para mejorar los conocimientos y técnica de los internos rotativos y médicos residentes del primer año del Postgrado de Medicina Familiar de la PUCE en el Hospital Vozandes Quito.

En el proceso del taller de simulación en gasometría arterial consta de una parte teórica en el que se pedirá responder preguntas sobre conocimiento, técnica, interpretación de la toma adecuada de gasometría arterial y una parte práctica en la que realizará la toma de gasometría arterial. Es importante su compromiso de asistencia durante el desarrollo del taller y el análisis reflexivo posterior al mismo. El proceso del taller será videograbado.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede contactarse con el investigador mediante correo electrónico mapolareat@gmail.com o omega21@hotmail.com. Igualmente, puede negarse en participar del proyecto sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Desde ya le agradecemos su participación.

AUTORIZACION.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación conducida por las Dras. Martha Paola Rea Torres y María Gabriela Mazón Tapia residentes del tercer año del Postgrado de Medicina Familiar de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. He sido informado que el objetivo principal de esta investigación es evaluar el proceso de aprendizaje médico para mejorar los conocimientos y técnica de los internos rotativos y médicos residentes del Postgrado de Medicina Familiar de la PUCE en el Hospital Vozandes Quito, por medio del taller de simulación en gasometría arterial.

Declaro que me han indicado que la información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. en el proceso del taller de simulación en gasometría arterial consta de una parte teórica en el que se pedirá responderé preguntas sobre conocimiento, técnica, interpretación de la toma adecuada de gasometría arterial y una parte práctica en la que realizaré la toma de gasometría arterial en un simulador de baja fidelidad. Asumo mi compromiso de asistencia durante el desarrollo del taller y al análisis reflexivo posterior al mismo, proceso que será videograbado.

Reconozco que mi participación es estrictamente voluntaria y que puedo negarme a participar sin que eso me perjudique en ninguna forma. Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactarme con el investigador mediante los siguientes correos electrónicos mapolareat@gmail.com ; omega21@hotmail.com.

Nombre del participante

Firma

Fecha

ANEXO 3

Agenda del taller

Tiempo: 4 horas Fecha: 8 de Junio y 9 de junio

Lugar: auditorio de 3er piso del HVQ.

TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDAD	MATERIALES	RESPONSABLE
10 minutos	Registro de participantes	Formularios	Investigadoras
30 minutos	Fundamentos conceptuales de: 1.- Indicaciones 2.- Contraindicaciones 3.- Complicaciones 4.- Técnica 5.- Interpretación	Infocus Presentación Material audiovisual	Investigadores Tutores
60 minutos	Entrenamiento de técnica de toma de gasometría arterial. Supervisión y retroalimentación Interpretación de casos clínicos Uso de algoritmo Supervisión y retroalimentación.	Simulador de baja fidelidad. Casos clínicos Algoritmo	Investigadores Tutores
15 minutos	Receso	Receso	Receso
20 minutos	Caso Demostrativo Integral de Simulación en gasometría arterial.	Caso clínico. simulador de baja fidelidad	Investigadores Tutores
40 minutos	Taller de simulación Análisis y resolución de casos con enfoque en comunicación técnica e interpretación de gasometría.	Simuladores de baja fidelidad	Investigadores Tutores
40 minutos	Debriefing y evaluación del taller	Formularios Material audiovisual Infocus	Investigadoras

ANEXO 4

Agenda post- taller : Tabla de especificaciones

Tiempo: 2 h30 min cada taller

Fecha: 9 de Julio y 10 de Julio

Lugar: auditorio de 3er piso del HVQ.

	ACTIVIDAD	MATERIALES	RESPONSABLE
10 minutos	Registro de participantes	Formularios	Investigadoras
1 h 40 minutos	Escenario1: Comunicación y técnica Evaluación de comunicación 3 minutos/participante Evaluación técnica : 7 minutos/ participante	Post ECOE: *Lista de Cotejo Simuladores de baja fidelidad Escenario	Investigadores
30 minutos	Escenario2: Interpretación Análisis y resolución de tres casos con enfoque en interpretación de gasometría	Post ECOE *Lista de Cotejo Simuladores de baja fidelidad	Investigadores
15 minutos	Escenario3: Encuesta de barreras de aprendizaje.+ Conocimientos teóricos: 1.- Indicaciones 2.- Contraindicaciones 3.- Complicaciones 4.- Técnica 5.- Interpretación	Post ECOE *Lista de cotejo Test de conocimientos	Investigadoras

*Lista de Cotejo : (Anexo 5)

* Test de conocimientos: (Anexo 10)

ANEXO 5

PRE-POST ECOE Comunicación Técnica e interpretación: Lista de cotejo

	COMUNICACIÓN	SI	NO
S	1. Se identifica con el paciente.		
E	2. Explica la técnica a realizar		
C	3. Solicita consentimiento.		
	TECNICA		
L	4. Tiene listo todo el material que usará antes del procedimiento		
L	5. Lavado de manos o uso de gel antiséptico		
A	6. Realiza Test de Allen		
A	7. Limpia la zona deseada a ser puncionada con una solución antiséptica. en forma circular.		
P	8. Palpa el pulso radial con el dedo medio e índice de la mano no dominante.		
I	9. Inserta la aguja con el bisel hacia arriba. en un ángulo de 30-45° en dirección de la arteria. mientras se mantiene palpando el pulso. proximal al sitio de inserción.		
R	10. Una vez que se obtuvo la muestra. retira la aguja. Al mismo tiempo. usa una pequeña cantidad de gasa y aplica presión firme en el lugar.		
R	11. Retira la aguja de la jeringa y deposítela en el contenedor de cortopunzantes.		
E	12. Rotula y envía la muestra al laboratorio oportunamente.		
	Nombre del instructor que evalúa: Total de aciertos a evaluar: (12). Multiplicar # de aciertos obtenidos por 10 y el resultado dividirlo entre 12. El número resultante es la calificación final. Calificación aprobatoria mínima de 7 (70%). CALIFICACIÓN FINAL		

	INTERPRETACION	SI	NO
VA	1. Validez de la gasometría		
P	2. Correlación clínica del paciente.		
P	3. Identificación de PH		
P	4. Identifica el trastorno primario		
C	5. Establece el tipo de compensación.		
O	6. Identifica oxigenación		
L	7. Identifica lactato		
	Nombre del instructor que evalúa: Total de aciertos a evaluar: (7) Multiplicar # de aciertos obtenidos por 10 y el resultado dividirlo entre 7. El número resultante es la calificación final. Calificación aprobatoria mínima de 7 (70%). CALIFICACIÓN FINAL		

ANEXO 6

Evaluación del taller de simulación en realización e interpretación de gasometría arterial

CC :

Fecha:

Para usted el taller de simulación en gasometría arterial fue adecuado en lo siguiente:	Cumple con lo esperado	Superior a lo esperado	Muy superior a lo esperado
Simulador			
Escenario			
Tiempo en la parte teórica y de escenario de simulación.			
Cantidad de alumnos por escenario			
Se siente en la capacidad de realizar e interpretar una adecuada gasometría luego del taller de simulación.			
El taller cumplió con sus expectativas.			
Los tutores estaban preparados para realizar el taller.			
El tutor fue una guía para usted durante el taller.			
Se hizo una retroalimentación clara durante el taller.			

ANEXO 7

Debriefing (38)

Para participantes:
1. ¿Cómo se sintió durante la experiencia del taller de simulación en Gasometría arterial?
2. Describa los objetivos de aprendizaje alcanzados.
3. ¿Estás satisfecho con sus habilidades y conocimiento durante la simulación?
4. Si pudiera hacerlo de nuevo. ¿Cómo manejaría el taller de manera diferente al recibido?
Para observadores:
1. ¿Podrían haber manejado de forma diferente cualquier aspecto de la simulación?
2. ¿Qué hizo bien el grupo?
3. ¿Cuáles han sido las claves para la valoración y las intervenciones?
4. ¿Hay algo más que desearían compartir?

ANEXO 8

Lista de Verificación: (38)

Se ha definido los casos clínicos y los procedimientos para el taller de simulación de Gasometría Arterial.	<input type="checkbox"/>
Se ha elaborado el guión general y los componentes del escenario	<input type="checkbox"/>
Se ha verificado que el material a ser utilizado este listo, tanto para la parte teórica y práctica	<input type="checkbox"/>
Se ha definido los participantes.	<input type="checkbox"/>
Se han hecho las visitas de reconocimiento a las áreas en las que se realizará la simulación	<input type="checkbox"/>
Se han definido el ambiente para la simulación.	<input type="checkbox"/>
Se ha definido la fecha para el taller de simulación de Gasometría Arterial	<input type="checkbox"/>
Se han elaborado los instrumentos de evaluación para las diferentes estaciones del taller de simulación de Gasometría arterial.	<input type="checkbox"/>
Se han seleccionado e instruido los evaluadores.	<input type="checkbox"/>
Se han seleccionado los simuladores.	<input type="checkbox"/>
Se han coordinado los equipos de filmación y fotografía.	<input type="checkbox"/>
Se han previsto las necesidades de alimentación e hidratación de los participantes.	<input type="checkbox"/>
Se han elaborado los distintivos de identificación para las personas relacionadas con el evento.	<input type="checkbox"/>
Se han reservado los espacios disponibles y se ha informado a todos los participantes.	<input type="checkbox"/>

ANEXO 9 Casos clínicos

Caso 1

Alcemia Metabólica Compensada.
Hipoxemia. Lactato disminuido.

Objetivos:

Para el taller los objetivos fueron :

1. Lograr que el participante se identifique con el paciente simulado. establezca una comunicación explicativa del procedimiento en forma sencilla. y solicite consentimiento informado respetando autonomía del paciente.
2. Fortalecer los conocimientos teóricos y práctico a través de escenarios simulados que reflejan un ambiente similar a la realidad. con la finalidad de alcanzar la competencia en dichas áreas.
3. Proporcionar una supervisión y retroalimentación durante el taller.
4. Consolidar el trabajo en equipo.

Paciente:

Paciente masculino de 65 años de edad. con antecedente de HTA. usa Diuréticos.

Acude con cuadro de tos con expectoración amarillenta. disnea. dolor torácico y malestar general.

EF: T° bucal 38° FR 34 FC 110 SO2 82% TA 95/68

Pulmones Murmullo vesicular disminuido. Estertores basales bilaterales.

En la gasometría se evidencia:

PCO2:37 PO2:72 PH: 7.51 HCO3: 29 SO2: 96

Fio2 de 0.40

Personal:

Una Enfermera. un médico tratante. un interno rotativo.

Escenario:

Sala de Emergencia del HVQ.

Caso 2

Alcemia con componente metabólica-respiratoria. Hipoxemia. Lactato normal.

Objetivos:

Para el taller los objetivos fueron :

1. Lograr que el participante se identifique con el paciente simulado. establezca una comunicación explicativa del procedimiento en forma sencilla. y solicite consentimiento informado respetando autonomía del paciente.
2. Fortalecer los conocimientos teóricos y práctico a través de escenarios simulados que reflejan un ambiente similar a la realidad. con la finalidad de alcanzar la competencia en dichas áreas.
3. Proporcionar una supervisión y retroalimentación durante el taller.
4. Consolidar el trabajo en equipo.

Paciente:

Paciente masculino de 75 años de edad. Con antecedente de EPOC. HTA. Hipotiroidismo. Poliglobulia. Cor Pulmonale crónico.

Acude a emergencia con cuadro de disnea. aumento de tos con expectoración purulenta. respiración rápida y superficial desde hace 5 días.

EF: T ax 38° C. FR 35 FC112 SO 2 75% TA 89/64 alteración del estado de conciencia Pulmones: sibilancias.

En la gasometría se evidencia:

PH: 7.50 PCO2 29 HCO3 22 PO2 55.4PAfi 137 Metabolitos:

Glucosa:142mg/dl Lactato:4.2Osm 276mOsm A.G

26.1Electrolitos:Na:136.6mmol/L

K:2.5mmol/LCl 91 mmol/L Ca

0.754 mmol/L

Personal:

Una Enfermera. un médico tratante. un interno rotativo.

Escenario: Sala de Emergencia del HVQ.

Caso 3

Acidemia metabólica con anión gap elevado Hipoxemia. Lactato elevado.

Objetivos:

Para el taller los objetivos fueron :

1. Lograr que el participante se identifique con el paciente simulado. establezca una comunicación explicativa del procedimiento en forma sencilla. y solicite consentimiento informado respetando autonomía del paciente.
2. Fortalecer los conocimientos teóricos y práctico a través de escenarios simulados que reflejan un ambiente similar a la realidad. con la finalidad de alcanzar la competencia en dichas áreas.
3. Proporcionar una supervisión y retroalimentación durante el taller.
4. Consolidar el trabajo en equipo.

Paciente:

Hombre de 22 años con Diabetes Mellitus desarrolla una infección respiratoria. Acude con Dificultad para respirar. boca muy seca. refiere constante necesidad de orinar. Glicemia capilar realizada en Emergencia: 350mg/dl EF: T°Ax 337.7° FR 28 FC 102 SO2 82% TA 95/68 Pulmones Murmullo vesicular disminuido. Estertores basales bilaterales.

En la gasometría se evidencia:

pH: 7.32 PCO2: 24mm Hg PO2: 102 mm Hg. HCO3: 12 mEq/L lactato 4.5 fio2 0.45 Na: 135 mEq/L K: 5.9 mEq/L Cl: 110 mEq/L Glucosa: 324

Personal:

Una Enfermera. un médico tratante. un interno rotativo.

Escenario: Sala de Emergencia del HVQ.

ANEXO 10

TEST de conocimiento pre y pos-taller de simulación

TEST TALLER DE SIMULACIÓN EN TOMA E INTERPRETACIÓN DE GASOMETRÍA ARTERIAL HOSPITAL VOZANDES DE QUITO

CC: ☐ EDAD ☐ HOMBRE ☐ MUJER: ☐
 Interno Rotativo ☐ Medico Residente de Medicina Familiar ☐

PARTE A:

1.- Indique el principal factor limitante para la realización e interpretación adecuada de gasometría arterial:

Barrera	Realización	Interpretación
Falta de conocimiento		
Falta de supervisión		
Falta de retroalimentación		
Falta de oportunidades		
Restricciones por temor a aspectos médico legales		
Otro especifique ejemplo inseguridad. miedo.....		

PARTE B:

1.Cuál de las siguientes condiciones es una contraindicación relativa para realizar una gasometría arterial:

- Test de Allen modificado anormal
- Infección local o anatomía distorsionada del potencial sitio de punción
- Uso de Aspirina
- Presencia de fístulas arteriovenosas o puentes vasculares
- Sospecha o conocimiento de la existencia de enfermedad vascular periférica del miembro.

2. ¿Cuál es el método fácil, rápido y sin costo que se puede realizar para evaluar la circulación colateral antes de la toma de Gasometría arterial?

- Angiotomografía
- Ecografía doppler
- Medición de la presión sistólica del pulgar
- Test de Allen modificado
- Pletismografía

3. Luego del procedimiento de toma de gasometría arterial, un hematoma de expansión rápida puede comprometer la circulación regional e incrementar el riesgo de un síndrome compartimental, especialmente en el antebrazo. cuál de los siguientes signos no es característico de este síndrome?

- Dolor
- Parestesias
- Palidez
- Calor
- Ausencia de pulsos

Señale verdadero o falso:

4. Es importante la gasometría arterial para identificación de desórdenes respiratorios, metabólicos o mixtos en el equilibrio ácido base, con o sin compensación fisiológica, mediante los valores de pH, CO₂ y HCO₃

- Verdadero
- Falso

5. La gasometría arterial permite evaluar la respuesta a intervenciones terapéuticas como el uso de ventilación mecánica en pacientes con insuficiencia respiratoria.

- Verdadero
- Falso

6. La gasometría arterial está indicada en todos los pacientes que ingresan al área de Emergencia.

- Verdadero
- Falso

7. Con respecto a la técnica de gasometría arterial con respecto a la detección del pulso. Identifique el enunciado correcto:

- El pulso se detecta con el dedo índice de la mano no dominante. debe colocarse proximales al sitio deseado de punción.
- El pulso se detecta con los dedos medio e índice de la mano dominante. Ambos dedos deben colocarse proximales al sitio deseado de punción. realizar la punción entre ambos dedos es recomendado
- El pulso se detecta con los dedos medio e índice de la mano no dominante. Ambos dedos deben colocarse proximales al sitio deseado de punción. realizar la punción entre ambos dedos no es recomendado.
- No existe técnica para palpar pulso

8. Dentro de los pasos de una técnica adecuada en la toma de gasometría arterial. Señale lo correcto:

- Limpiar la zona deseada a ser puncionada con suero fisiológico.
- Insertar la aguja con el bisel hacia arriba, en un ángulo de 30° en dirección de la arteria.

- c. Insertar la aguja con el bisel hacia arriba, en un ángulo de 35° en dirección de la arteria.
- d. Las burbujas de aire que se introducen durante la toma de gasometría arterial no alteran la presión de oxígeno y de CO₂.
- e. Mantener la muestra a temperaturas bajas ya que enlentece el metabolismo celular y reduce el consumo de oxígeno.

9. Indique la afirmación correcta:

- a. La arterial de elección para la punción en gasometría arterial, es la arteria braquial por su menor calibre y por ausencia de circulación colateral.
- b. La arteria femoral se identifica mejor entre la sínfisis del pubis y la espina ilíaca anterosuperior, a 2-4 cms distal al ligamento inguinal. La arteria es lateral al nervio y medial a la vena.
- c. La arteria radial está localizada medial al proceso estiloides radial y lateral al tendón flexor del carpo 2-3 cm. proximal a la superficie ventral de la cresta de la muñeca.
- d. Los pulsos distales deben ser evaluados después del procedimiento.
- e. La arteria femoral es la más preferida para la punción por gran calibre y por no presentar complicaciones

Indique Verdadero o Falso en las siguientes preguntas:

10. En la acidosis metabólica Disminuye el pH por disminución de la concentración de bicarbonato, bien por acumulación de ácidos (orgánicos o inorgánicos) o por pérdida de bicarbonato
- a. Verdadero b. Falso

11. En la acidosis metabólica La respuesta compensadora respiratoria es inmediata, con descenso de la PaCO₂ (1.2 mmHg por cada descenso de 1 mEq/l de la concentración de bicarbonato).

- a. Verdadero b. Falso

12. En la alcalosis metabólica El trastorno primario consiste en la elevación del pH por aumento primario de la concentración de bicarbonato.

- a. Verdadero b. Falso

13.- La cetoacidosis diabética, la intoxicación por metanos, la rabdomiólisis grave son causantes de cuál de los siguientes trastornos ácido-base?

- a. Acidosis Respiratoria aguda
- b. Alcalosis Respiratoria
- c. Acidosis Metabólica con anión gap normal
- d. Acidosis Metabólica con anión gap elevado
- e. Acidosis Respiratoria crónica

14. Señale lo correcto con respecto a la acidosis respiratoria:

- a. Se produce por retención de CO₂ y puede producirse de forma aguda o crónica.
- b. Es común en casos de rabdomiólisis
- c. Se puede presentar en casos de embarazo
- d. Se puede presentar en casos de cetoacidosis diabética

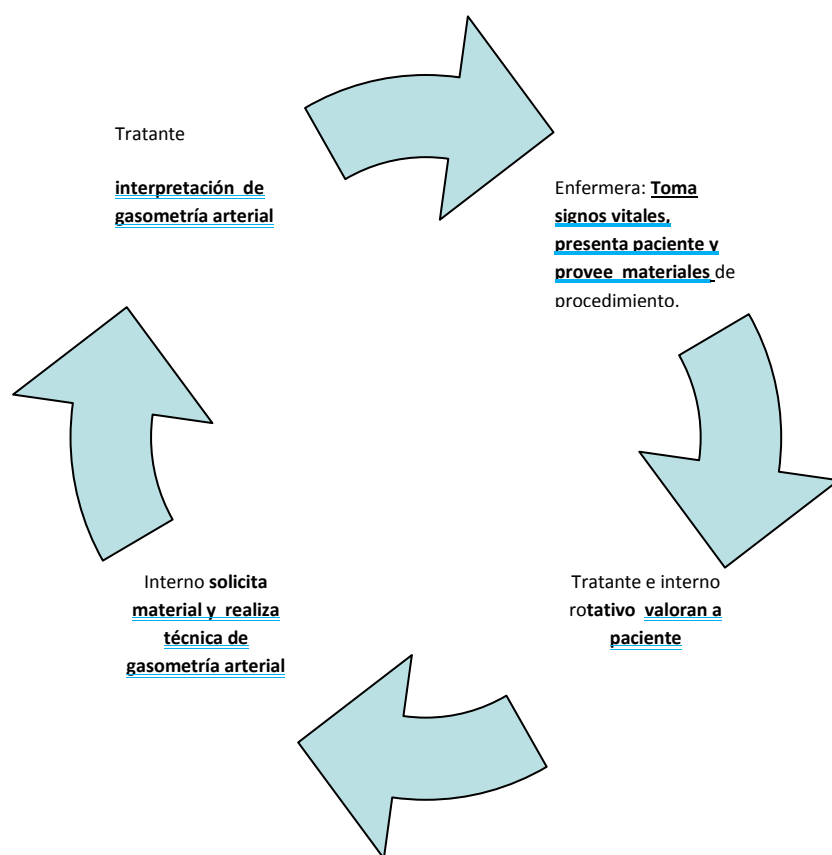
ANEXO 11

Clave de respuesta prueba de conocimiento

Número de pregunta	Respuesta
1	C
2	D
3	D
4	A
5	A
6	B
7	C
8	E
9	C
10	A
11	B
12	A
13	D
14	A

ANEXO 12

Esquema de distribución de roles en los escenarios en caso clínicos



ANEXO 13.

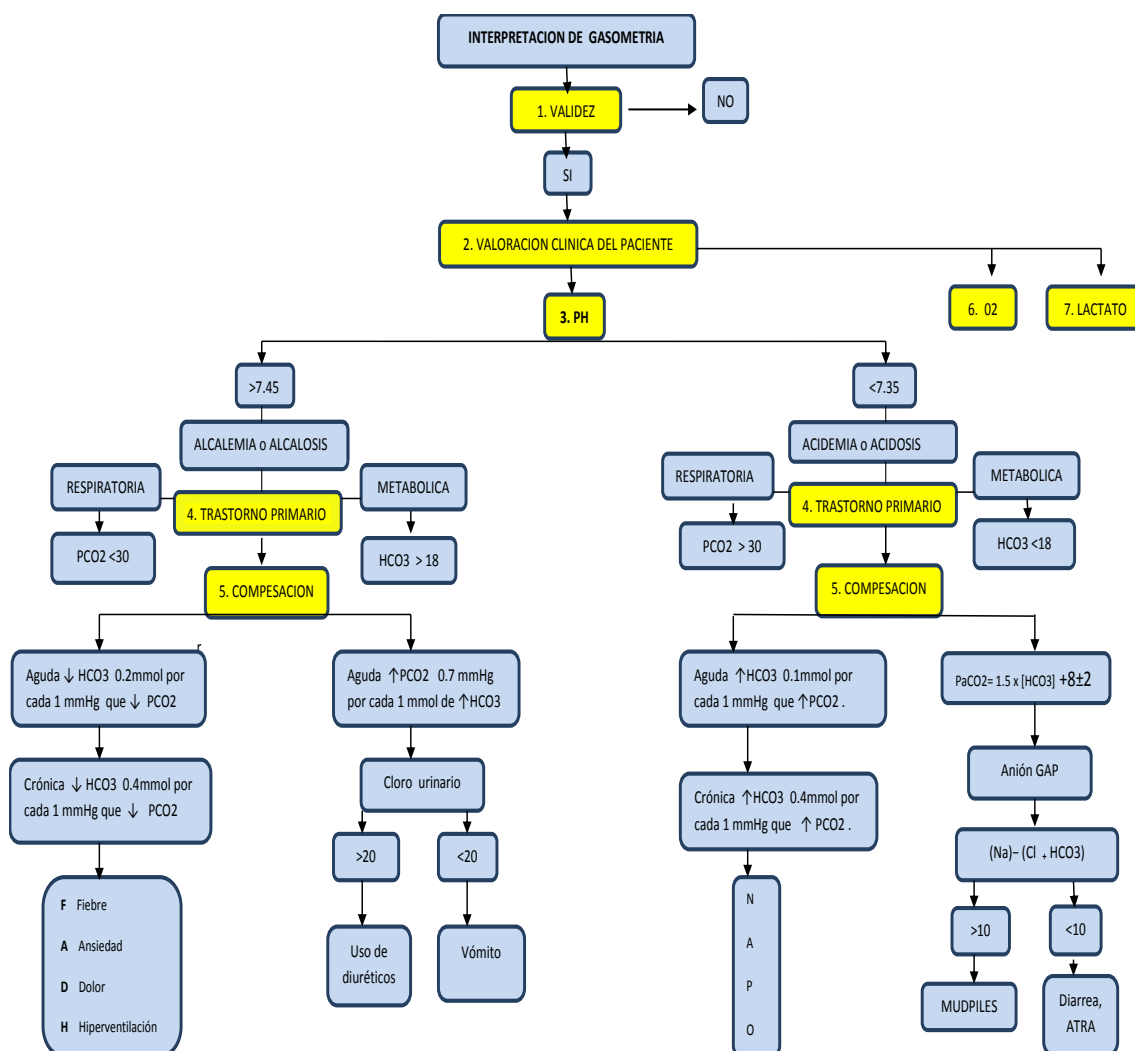
Distribución porcentual de evaluación del Taller de simulación de gasometría arterial

Para usted el taller de simulación en gasometría arterial fue adecuado en lo siguiente:	Cumple con lo esperado	Superior a lo esperado	Muy superior a lo esperado	No cumple con lo esperado
Simulador	20%	46.7%	33%	—
Escenario	13.3%	66.7%	20%	—
Tiempo en la parte teórica y de escenario de simulación.	43.7%	33.3%	20%	—
Cantidad de alumnos por escenario	13.3%	60%	26.7%	—
Se siente en la capacidad de realizar e interpretar una adecuada gasometría luego del taller de simulación.	—	80%	20%	—
El taller cumplió con sus expectativas.	13.3%	46.7%	40%	—
Los tutores estaban preparados para realizar el taller.	6.7%	40%	53%	—
El tutor fue una guía para usted durante el taller.	13.3%	33.3%	53.3%	—
Se hizo una retroalimentación clara durante el taller.	6.7%	33.3%	60%	—

Fuente y elaboración: Mazón. G; Rea. P. Datos de la investigación

ANEXO 14

Algoritmo de Gasometría Arterial (52) (53)(51) (67)



Elaborado por: Mazón G. Rea P.

ANEXO 15

Material bibliográfico

HOSPITAL VOZANDES QUITO

TALLER DE SIMULACIÓN

DE TOMA E INTERPRETACIÓN DE GASOMETRÍA ARTERIAL



REALIZADO POR:

Dra. Gabriela Mazón Tapia

Dra. Paola Rea Torres

AÑO

JUNIO - JULIO 2015

GASOMETRÍA ARTERIAL

La toma de muestra de sangre arterial mediante la punción vascular directa, es un procedimiento a menudo practicado en el ámbito hospitalario.

La relativa baja incidencia de complicaciones mayores, la capacidad de realizarlo junto a la cama del paciente y su análisis rápido, la convierte en una herramienta importante para dirigir el tratamiento de los pacientes, especialmente en los que se encuentran críticamente enfermos, para determinar los niveles de intercambio gaseoso en la sangre, relacionados con las funciones respiratoria, metabólica y renal, ya que los resultados reflejan el estado fisiológico del paciente, al momento de tomar la muestra es importante correlacionar los resultados con el escenario clínico y con los cambios en el tratamiento del paciente.

Indicaciones

- Identificación de desórdenes respiratorios, metabólicos o mixtos en el equilibrio ácido base, con o sin compensación fisiológica, mediante los valores de pH, CO₂ y HCO₃.
- Medición de presiones parciales de gases respiratorios involucrados en la oxigenación y ventilación.
- Evaluación de la respuesta a intervenciones terapéuticas como el uso de ventilación mecánica o pacientes con insuficiencia respiratoria.
- Toma de muestra de sangre en un ambiente de emergencia cuando no es posible tomar una muestra venosa (se pueden realizar muchos exámenes de una muestra arterial).

Contraindicaciones

Absolutas

- Test de Allen modificado anormal, en cuyo caso se debe escoger un lugar diferente a la arteria radial.
- Infección local o anatomía distorsionada del potencial sitio de punción (malformaciones congénitas o adquiridas, quemaduras, intervenciones quirúrgicas previas).
- Presencia de fístulas arterio-venosas o puentes vasculares, en cuyo caso no debe intentarse la punción.

- Sospecha o conocimiento de la existencia de enfermedad vascular periférica del miembro.

Relativas

- Coagulopatía severa
- Anticoagulación con warfarina, derivados de la heparina, inhibidores directos de la trombina o del factor X. (el uso de aspirina no es una contraindicación).
- Uso de agentes trombolíticos, como estreptoquinasa, o activador tisular del plasminógeno.

Consideraciones técnicas

La toma de la muestra puede ser difícil en pacientes que no cooperan o en quienes no es posible identificar los pulsos. La cantidad de tejido subcutáneo en pacientes obesos puede limitar el acceso al área vascular o dificultar la identificación de los puntos de referencia anatómica. La arteriosclerosis de arterias periféricas puede incrementar la rigidez de la pared vascular (pacientes adultos mayores e insuficientes renales).

Cuidados Peri -procedimiento:

✓ Educación al paciente/consentimiento:

El personal sanitario debe identificarse y explicar el procedimiento al paciente, con especial atención a los riesgos y beneficios asociados. Sin embargo, esto no es posible en determinados escenarios clínicos, como en pacientes críticamente enfermos, con descompensación aguda o nivel de consciencia alterado.

Se debe solicitar a los pacientes el consentimiento y dar indicaciones de cuidado luego del procedimiento, que no manipulen el área y que notifiquen inmediatamente al personal de salud si aparecen cambios en el color de la piel, dolor que empeora, sangrado activo o parestesias.

Preparación del Procedimiento:

La preparación inicia con la selección del sitio que se va a puncionar.

✓ Selección del sitio:

Por lo general se escoge la **arterial radial** debido a su accesibilidad, la presencia de circulación colateral, y su

disposición anatómica superficial en la muñeca. lo que hace que sea fácilmente identificable y favorecer a la hemostasia con presión después del procedimiento.

La **arteria femoral** es una alternativa posible. Sin embargo debe tenerse en consideración el riesgo potencial de infección y la proximidad con el nervio femoral; mientras más profunda se encuentra la arteria existe mayor riesgo de lesionar estructuras adyacentes. La punción de esta arteria requiere monitorización prolongada, y por tanto está recomendada solo en pacientes que se encuentran hospitalizados.

La **arteria braquial** se sitúa más profundamente que la arteria radial, consecuentemente, es más difícil de identificar y de lograr hemostasia. Además, la arterial braquial es de menor calibre y no cuenta con circulación colateral. Por estas razones, esta arteria es la menos preferida para la punción.

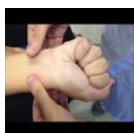
La punción repetida en el mismo sitio incrementa el riesgo de hematoma y laceración arterial, también se incrementa el riesgo de la toma inadvertida de muestras venosas. Si se requiere la toma repetida de muestras, se debe procurar alternar los sitios de punción o colocar una línea arterial.

Evaluación de la circulación colateral (Test de Allen modificado):

El test debe efectuarse siempre que sea posible antes de efectuar una punción radial para evaluar la presencia de circulación colateral.

El procedimiento es el siguiente:

- ✓ Mantener una presión firme tanto en la arteria radial como la cubital.
- ✓ Pida al paciente que abra y cierre la palma de la mano varias ocasiones hasta que la palma esté pálida, entonces, mantener la mano abierta.
- ✓ Liberar la presión en la arteria cubital, mientras que se mantiene la oclusión de la arteria radial.
- ✓ Anota el tiempo necesario para el llenado capilar palmar.
- ✓ Repetir la prueba, pero esta vez liberar la arteria radial (test modificado inverso).



Interpretación

Existe cierta controversia en cuanto a la sensibilidad de este método para predecir complicaciones isquémicas debido a oclusión de la arteria radial.

Los valores normales no son consistentes, el rango puede ser tan variable como 3 a 15 segundos.

Debido a su poco valor predictivo positivo, el examinador debe considerar el uso de más pruebas si están a su disposición para evaluar la circulación colateral, como la pletismografía de pulso, ecografía doppler y la medición de la presión sistólica del pulgar.

Materiales para el procedimiento:

- ✓ Guantes de manejo (No tocar el área a puncionar después de limpiarla).
- ✓ Jeringuilla de 25 G de máximo 3 cc de capacidad. (mayor capacidad puede dificultar la maniobra, aguja más pequeña puede ocasionar hemólisis).
- ✓ Heparina 1-2 ml (1000 U/ml) → Esta heparina se aspirará a lo largo de la jeringa y luego se retirará por completo, dejar el émbolo elevado para permitir que la sangre arterial llene la jeringa espontáneamente.
- ✓ Algunos kits ABG contienen una jeringa precargada con heparina junto con una funda protectora de la aguja y una tapa de la jeringa.
- ✓ Solución antiséptica; clorhexidina, yodo povidona.
- ✓ Tapa de la jeringa
- ✓ Vendaje adhesivo
- ✓ Hielo
- ✓ Contenedor de cortopunzantes
- ✓ Lidocaína con epinefrina (opcional)
- ✓ Jeringa con aguja 25 G para colocar anestesia (opcional)

Preparación del paciente para punción de arteria radial:



El paciente debe estar en la posición supina, con el brazo apoyado en una superficie dura.

El antebrazo debe estar en supinación y flexión dorsal de la muñeca a 40°.

Un rollo de gasa se puede colocar debajo de la muñeca para hacer que el paciente esté más cómodo y para traer la arteria radial a un plano más superficial. La sobre-extensión de la muñeca no se recomienda, debido a la

interposición de tendones flexores puede hacer que el pulso difícil de detectar.

Anestesia

Se puede emplear una inyección subcutánea de lidocaína al 1% sin epinefrina (0.5-1 ml). sin embargo esto puede ser doloroso y no se hace de manera rutinaria. Si se emplea, únicamente crear una pápula dérmica. el uso de cantidades mayores puede distorsionar la anatomía.

Técnica

Consideraciones

- ✓ El personal debe usar guantes para la toma de la muestra. y seguir las normas para el manejo de fluidos corporales.
- ✓ El operador debe tener listo todo el material que usará antes del procedimiento.
- ✓ Se debe palpar el pulso arterial con los dedos medio e índice de la mano no dominante.
- ✓ Limpiar la zona deseada a ser puncionada con una solución antiséptica. en forma circular.
- ✓ Colocar ambos dedos proximales al sitio elegido para puncionar. Insertar la aguja entre ambos dedos no se recomienda. debido al riesgo incrementado de lesión.
- ✓ Insertar la aguja con el bisel hacia arriba. en un ángulo de 45° en dirección de la arteria. (60-90° en caso de punción femoral). mientras se palpa el pulso radial proximalmente con la mano no dominante. (Insertar la aguja en este ángulo minimiza el trauma a los tejidos adyacentes y permite a las fibras de músculo liso ocluir el sitio puncionado luego del procedimiento).
- ✓ Avance con la aguja lentamente. una vez que ésta se encuentra en el lumen de la arteria radial. el flujo arterial llenará la jeringa. cuando esto suceda. retire la mano no dominante. No es necesario retraer el émbolo. a menos que se use un calibre menor al 25 G o el paciente tenga pulso débil.
- ✓ Una vez que se obtuvo la muestra. retire la aguja. Al mismo tiempo. use una pequeña cantidad de gasa y aplique presión firme en el lugar por 5 minutos.
- ✓ Retire la aguja de la jeringa y deposítela en el contenedor de cortopunzantes.
- ✓ Remueva el exceso de aire en la jeringa manteniéndola levantada hacia arriba y golpeándola suavemente. permitiendo que las burbujas de aire alcancen la cima de la jeringa.

desde aquí pueden ser retiradas. Tape la jeringa con su capuchón.

- ✓ La muestra debe ser obtenida en condiciones anaerobias y posteriormente colocada en hielo a 0° hasta que se realice el análisis. Las burbujas de aire sobre-estimarán la PaO2 e infra-estimarán el contenido de PaCO2. Mantener la muestra en temperatura baja disminuye el metabolismo celular y el consumo de oxígeno.

Monitoreo y seguimiento:

Después del procedimiento. el personal debe monitorizar al paciente por signos y síntomas de complicaciones. El sagrado profuso debe levantar la sospecha de laceración vascular. el sangrado de la arteria femoral puede conllevar compromiso circulatorio debido a su gran calibre y localización profunda. lo que permite la acumulación de mayor cantidad de sangre sin hallazgos clínicos significativos.

Un hematoma en expansión puede comprometer la circulación regional y aumentar el riesgo de síndrome compartimental. especialmente en el antebrazo. Esto se manifiesta como dolor. parestesias. palidez y ausencia de pulsos.

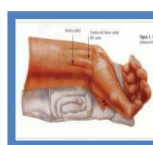
Paresia y dolor persistente pueden indicar lesión nerviosa.

Cambios del color de los dedos. pulsos ausentes y frialdad distal pueden observarse en lesión isquémica ocasionada por oclusión arterial debido a trombos o vasoespasmos.

Se debe considerar infección en el sitio de punción en la presencia de eritema regional y fiebre.

Referentes anatómicos :

✓ Punción de la arteria radial



Es más fácilmente accesible medial al proceso estiloides radial y lateral al tendón flexor del carpo. 2-3 cms. proximal a la superficie ventral de la cresta de la muñeca.

Se debe realizar primero un test de Allen modificado en la mano seleccionada para la punción.

✓ Punción de la arteria femoral

La arteria femoral se identifica mejor entre la sínfisis del pubis y la espina ilíaca anterosuperior. 2-4 cms

distal al ligamento inguinal. La arteria es medial al nervio y lateral a la vena.

Es importante evaluar los pulsos distales de la extremidad antes de intentar realizar la punción. Encontrar pulsos distales débiles puede indicar enfermedad arterial periférica. Si esto es una posibilidad, se debe considerar usar otro sitio.

✓ *Arteria Braquial*

Esta arteria se identifica mejor entre el epicóndilo medial del humero y el tendón del bíceps en la fosa antecubital. Se puede sentir mejor entre los tendones del bíceps y tríceps. La vena basílica y el nervio braquial se localizan próximos a la arteria.

Como con la arteria femoral, los pulsos distales deben ser evaluados antes del procedimiento. Se debe

considerar la punción en otro sitio si no se logra palpar pulsos en la muñeca.

Complicaciones:

- ✓ Hematoma local
- ✓ Vasoespasmo arterial
- ✓ Oclusión arterial
- ✓ Embolismo aéreo
- ✓ Reacción anafiláctica a la anestesia
- ✓ Infección del sitio de punción
- ✓ Pinchazos en personal de salud
- ✓ Laceración venosa
- ✓ Respuesta vasovagal
- ✓ Hemorragia
- ✓ Dolor

BIBLIOGRAFÍA:

- Danckers M. Arterial Blood Gass. Medscape. 2014

INTERPRETACION DE LA GASOMETRIA ARTERIAL:

Homeostasis Acidobásica normal:

El pH arterial sistémico se mantiene entre 7.35-7.45 debido al amortiguamiento químico extracelular y a los mecanismos reguladores que aportan los pulmones y los riñones. El control de la presión de CO₂ por el sistema nervioso central y el aparato respiratorio, y el control del bicarbonato por los riñones por medio de tres acciones principales:

- 1.Reabsorción del bicarbonato filtrado
- 2.Formación de ácido valorable
- 3.Eliminación de NH₄⁺ por la orina.

El pH arterial se estabiliza mediante la eliminación o la retención de ácidos o álcalis.

Los componentes metabólico y respiratorio que regulan el pH sistémico están descritos por la ecuación de Henderson-Hasselbalch:

$$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{\text{HCO}_3^-}{\text{PaCO}_2 \times 0.030}$$

Los valores normales sanguíneos a nivel del mar son:

pH	7.35 - 7.45
PaCO ₂	35 - 45 mmHg
HCO ₃	22 - 26 mEq/l. (22-26 mmol/L)
PaO ₂	60 - 90 mmHg

Tabla 1: Washington University. Manual Washington de Terapéutica Médica. 32ª Edición. Lippincott Williams & Wilkins. 2007.

Uptodate 2015

Los valores normales de los gases disueltos en sangre arterial varían de acuerdo con la altura sobre el nivel del mar. A continuación se citan los valores normales encontrados a 2600 metros sobre el nivel del mar.

Valores de los Gases Arteriales a 2600 metros sobre el nivel del mar (Bogotá):

Tabla 2: Hurtado C. Salazar T. Valores de los Gases Arteriales en Bogotá. Manual Científico Bogotá Colombia Vol 10 93-101 Junio 2007

Patiño J. F. Gases Sanguíneos. Fisiología de la Respiración e Insuficiencia Respiratoria Aguda 7ª Ed. Bogotá. Panamericana. 2005

PASOS PARA INTERPRETACION DE LA GASOMETRIA:

1.- Validez de la Gasometría:

¿Son los gases arteriales veraces y confiables?

Existe una interrelación entre la concentración de

PaCO ₂	30 - 35 mmHg.
HCO ₃	19 ± 2 mEq/l.
PaO ₂	Mayor a 60 mmHg.
SO ₂	Mayor a 90%

hidrogeniones (H⁺) y la concentración plasmática de su amortiguador (HCO₃⁻).

Para facilitar el desarrollo de las ecuaciones preferimos utilizar la de Henderson:

$$[\text{H}^+] = 24 \times \text{PaCO}_2 / [\text{HCO}_3^*]$$

Ejemplo: pH: 7.40 pCO₂: 30 HCO₃: 18

$$[\text{H}^+] = 24 \times 30 / 18$$

$$[\text{H}^+] = 4 \quad \longrightarrow \quad \text{VER TABLA}$$

TABLA 3

Valores equivalentes de [H⁺] para un valor dado de pH.

PH (Unidades)	[H ⁺] (nEq/L)
7.80	16
7.75	18
7.70	20
7.65	22
7.60	25
7.55	28
7.50	32
7.45	35
7.40	40
7.35	45
7.30	50
7.25	56
7.20	63
7.15	71
7.10	79
7.05	89
7.00	100
6.95	112
6.90	126
6.85	141
6.80	159

Fuente :Patiño J. F. Gases Sanguíneos. Fisiología de la Respiración e Insuficiencia Respiratoria Aguda 7ª Ed. Bogotá. Panamericana. 2005

Como nemotecnia, se puede recordar que al quitar el 7 y el punto decimal, a 7.40 hay 40 nM, y que a partir de 7.40 por cada descenso del pH de 0.02 unidades, la $[H^+]$ asciende 2 nM, y viceversa (Halperin, 1988). Ver tabla

pH	$[H^+]$
7.40	40
7.38	42
7.42	38

2.- Individualizar al paciente (predecir que mecanismos de base podrían existir según el escenario clínico) :

¿ Qué hallazgos de la historia y el examen físico ayudan en el diagnóstico?

Causas de Acidosis metabólica con Anión Gap elevado:

MUDPILE SIR

M Metanol

U Uremia

D Diabetes (Cetoacidosis)

P Paraldehído

I Isoniacida, Hierro

L Lactacidosis

E Etanol

S Salicilatos

I Insuficiencia renal Grave

R Rabdomiólisis

Ejemplo: en la acidosis láctica, la acumulación de lactato en el plasma puede ser secundaria a perfusión deficiente (tipo A): insuficiencia circulatoria (choque, insuficiencia cardíaca), anemia intensa, defectos de las enzimas mitocondriales e inhibidores(monóxido de carbono, cianuro) o a trastornos aerobios (tipo B): cáncer, inhibidores de la transcriptasa inversa análoga de nucleósido en infecciones por VIH, diabetes mellitus, insuficiencia renal o

hepática, deficiencia de tiamina, infecciones graves, convulsiones o ingestión de fármacos o toxinas (biguanidas, etanol, isoniazida, hierro). Una causa frecuente de acidosis láctica es la isquemia o el infarto intestinal no detectados en una persona con aterosclerosis grave o descopensión cardíaca.

Causas de Acidosis Metabólica con Anión Gap Normal:

(DA)

D Diarrea, íleo, fístula.

A Acidosis tubular renal distal

Causas de Acidosis Respiratoria:

NAPO

N Depresión del Sistema nervioso central

Exceso de sedación

Edema cerebral

Anestesia general

Accidente cerebro-vascular

Apnea del sueño

Trauma de cráneo

A Alteración neuromuscular

(Lesión alta de la médula espinal Guillain – Barré)

P Enfermedad Obstructiva del Pulmón

O Obstrucción de las Vías Aéreas

Causas de Alcalosis Metabólica:

SED- Vómito

S Sonda nasogástrica

E Exceso de tratamiento con HCO_3

D Terapia con diuréticos

V Vómito

C Corticosteroides

Causas de Alcalosis Respiratoria:

FADH

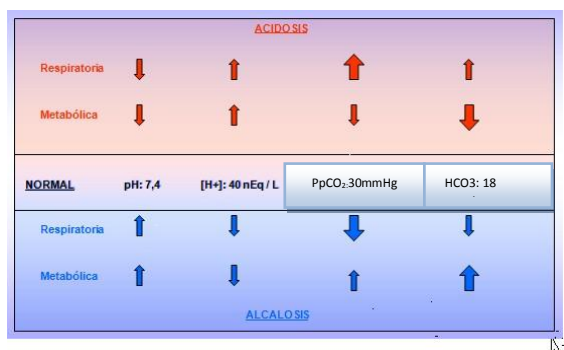
F Fiebre

A Ansiedad

D Dolor

H Hiperventilación

(Hiperventilación mecánica)



3.- Determinar si existe Acidemia o acidosis. Alcalemia o alcalosis

Acidemia si el PH es < 7.35

Alcalemia si el PH es > 7.45

7.35-----7.40-----7.45

Acidosis

Alcalosis

4.- Determinar el trastorno primario

Figura 1

5. Determinar si la compensación es adecuada

Acidosis:

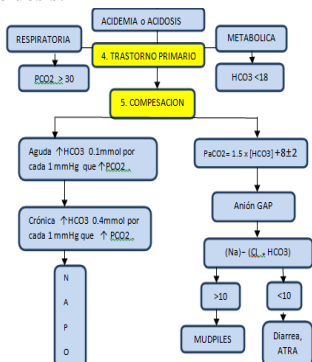


Figura 2

Acidosis Metabólica

Disminuye el pH por disminución de la concentración de bicarbonato, bien por acumulación de ácidos (orgánicos o inorgánicos) o por pérdida de bicarbonato. La respuesta compensadora respiratoria es inmediata, con descenso de la

PaCO₂.

$$PaCO_2 = 1.5 \times [HCO_3] + 8 \pm 2$$

Las causas se clasifican según el anión GAP o hiato aniónico:

$$AG = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-)$$

Normal = 10 – 12 mEq/l. (10 mEq/l)

El Anión Gap representa los aniones no medidos en el plasma, que comprenden proteínas aniónicas (ej., albúmina), fosfato, sulfato y aniones orgánicos. Cuando en el líquido extracelular se acumulan aniones ácidos, como el lactato, el AG aumenta y origina acidosis metabólica con AG elevado.

La acidosis metabólica con anión GAP elevado se debe al aumento de ácidos distintos del HCl y de aniones no medidos en el organismo.

La acidosis metabólica con anión GAP normal se produce por pérdidas de bicarbonato digestivos o renales.

Acidosis Respiratoria:

La acidosis respiratoria se produce por retención de CO₂ y puede producirse de forma aguda o crónica.

El trastorno primario es la disminución del pH y el aumento de la PaCO₂.

Posteriormente se pone en marcha el mecanismo compensador renal, el cual

tarda días en producirse, con incremento en la concentración de bicarbonato.

En la fase aguda: por cada aumento 1 mmHg de CO₂ el bicarbonato aumenta 0.1 mmol/l

En la fase crónica: el mecanismo compensador renal incrementa el bicarbonato 0.4 mmol/l por cada 1 mmHg de aumento de la PaCO₂

Si las condiciones de una acidosis respiratoria persisten durante más de 48 horas, la excreción renal de HCO₃ disminuye y el pH tiende a compensarse por el aumento plasmático de la concentración de HCO₃

Alcalosis:

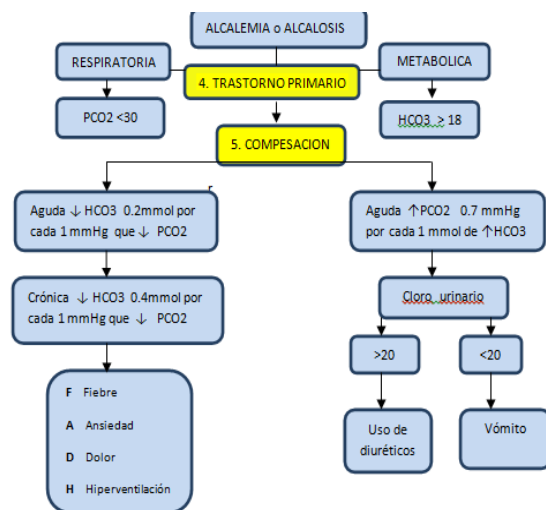


Figura 3

Alcalosis Metabólica

El trastorno primario es la elevación del pH por aumento primario de la concentración de bicarbonato.

De forma secundaria aumenta 0.7 mmHg la PaCO₂ por cada 1 mmol de aumento del bicarbonato.

Se clasifican según el cloro urinario (si es menor de 20 mEq/l sugiere pérdidas de ácidos, renales o digestivos y si es mayor de 20 mEq/l exceso de actividad mineralocorticoide o hipopotasemia severa).

Alcalosis Respiratoria:

El trastorno primario es el aumento del pH y la disminución de la PaCO₂.

Alcalosis Respiratoria Aguda: el HCO₃ disminuirá 0.2 mmol/l por cada 1 mmHg de PaCO₂ que disminuye.

Alcalosis Respiratoria Crónica: el HCO₃ disminuirá 0.4 mmol/l por cada 1 mmHg que disminuye el PaCO₂.

El peligro principal de la alcalosis respiratoria severa es el relacionado con la depleción de potasio por el mecanismo de ingreso del potasio al interior de la célula en intercambio por iones hidrógeno y la posibilidad de desarrollar fibrilación ventricular, especialmente en pacientes digitalizados o con hipokalemia preexistente. Con el descenso del calcio ionizado en el suero pueden presentarse tetania y convulsiones

5.- Oxigenación:

5.1 SO₂: es la saturación de oxígeno. Hace referencia al porcentaje de la hemoglobina oxigenada en relación con la cantidad de hemoglobina capaz de transportar oxígeno. Rango de referencia de SO₂ en el adulto: > 90% (a la altura de Bogotá 2600 mt.)

5.2 PaO₂ es la presión parcial de oxígeno en sangre arterial en mmHg, la cual se considera normal de 60 - 100mmHg.

PaO₂ > 90 mmHg

5.3 FIO₂: es la fracción inspiratoria de oxígeno inspirado. Representa la concentración calculable de oxígeno que se administra al paciente. Se utiliza para adecuar la oxigenoterapia en función de la clínica y del análisis de los gases sanguíneos.

Por ejemplo el aire de la atmósfera está a una FIO₂ a 21%.

Guía para calcular la FIO₂ con sistemas de bajo flujo

O₂ en litros:

Cánula o catéter nasal	FIO ₂
1 L	24%
2 L	28%
3 L	32%
4 L	36%
5 L	40%
6 L	44%
Máscara de oxígeno	
5-6 L	40%
5-7 L	40%
7-8 L	60%
Máscara con reservorio	
6 L	60%
7 L	70%
8 L	80%
9 L	90%
10 L	99 + %

Tabla 4: Según Shapiro, Harrison and Trout. Clinical Application of Respiratory Care. Year Book Medical Publishers Inc.Chicago. 1975.

5.4 PAFI: Es un índice que relaciona la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno (PAO₂/FIO₂), que ha demostrado correlacionarse con el intercambio gaseoso. Un valor de PAFI de 500 permite determinar que se está llevando a cabo correctamente la oxigenación, pero cuando este valor disminuye por debajo de 300 indica una alteración seria del intercambio gaseoso que si continúa descendiendo, el trastorno es considerado más grave. Es tan importante conocer diariamente el comportamiento de este índice en los pacientes críticos que, en la actualidad, hay entidades en las que se utilizan como criterio diagnóstico, como es el caso del Síndrome de Distress Respiratorio del Adulto (PAFI menor a 200) y la Injuria Pulmonar Aguda (PAFI 200-300).

Se determina la relación **PaO₂/FIO₂**

Cómo se calcula?

Debemos obtener el valor de la PaO₂ en mmHg

Convertir la FIO₂ que está en (%)

Fórmula: FIO₂ (%) / 100%

Ejemplo: **FIO₂** = 21% / 100% = 0.21

Ya que tenemos la **FIO₂** en decimal calculamos la relación **PaO₂/FIO₂**.

Ejemplo: PaO₂ 60 mmHg / FIO₂ 0.21 = 285

Aclarando resultados:

Lesión pulmonar (ALI) < 0 = 300

SDRA presente si < 0 = 200

Pa/FiO₂ PaO₂/FiO₂ Valor Normal 400-500

7. Otros elementos de la Gasometría:

- Electrolitos (Na, K, Cl, Ca)
- Metabolitos (Glucosa, Lactato)
- Osmolaridad
- Hb, Hcto

Perlas en interpretación de Gasometría arterial:

1. Determinar la validez de la gasometría arterial.
2. Valoración clínica del paciente.
3. Determinar el pH (verificar la presencia de acidemia o acidosis, alcalemia o alcalosis) El

trastorno primario manda al ph. Ejemplo ph 7.1 acidemia metabólica

4. Verificar el trastorno primario $\uparrow\downarrow$ El trastorno primario manda al ph. Ejemplo ph 7.38 HCO₃:12 PCO₂ 28 acidemia metabólica
5. Verificar si la compensación es adecuada $\downarrow\uparrow$

	Ph	PCO ₂	HCO ₃
Acidosis Metabólica	\downarrow	\downarrow	\downarrow
Alcalosis Metabólica	\uparrow	\uparrow	\uparrow
Acidosis Respiratoria	\downarrow	\uparrow	\uparrow
Alcalosis Respiratoria	\uparrow	\downarrow	\downarrow

Tabla5:Trastorno primario y respuesta compensadora.

6. Oxigenación
7. Otros elementos de la gasometría arterial.

Terminología:

Ácido: toda sustancia capaz de ceder hidrogeniones.

Base: toda sustancia capaz de aceptar hidrogeniones.

Acidemia: aumento de la concentración de hidrogeniones.

Alcalemia: disminución de la concentración de hidrogeniones.

Acidosis y alcalosis: hacen referencia a los procesos fisiopatológicos responsables de dichos procesos.

Los términos **metabólicos o respiratorios** se refieren según se modifiquen respectivamente la[HCO₃-] o la PCO₂.

Bibliografía:

1. Crespo F. Garcés J. Molina Y. Casillas V.y Cano B. Servicio de Urgencias. Indicaciones e interpretación de la gasometría A.Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid.Medicine. 2007;9(90):5813-5816.
2. Márquez-González H et al. Interpretación gasométrica en cinco pasos.Rev Med Inst Mex Seguro Soc 2012; 50 (4): 389-396.
3. Arterial Blood Gases. Uptodate. Sep 2014.
4. Vega Cervantes J.Rebollo Acebes S. Interpretación de la Gasometría. <http://www.ffis.es/>
5. Guyton Arthur C.Equilibrio Acido-base Tratado de fisiología medica. 9ª Edición Madrid. McGaw-Hill Interamericana. 1997
6. Washington University. Trastornos Acido-Base. Manual Washington de Terapéutica Médica. 32ª Edición. Lippincott Williams &Wilkins.2007.

7. Simple and mixed acid-base disorders UpToDate 2015
8. Hurtado C. Salazar T. Valores de los Gases Arteriales en Bogotá. Manual Científico Bogotá Colombia 2007;10:93-101
9. Patiño J. F. Gases Sanguíneos. Fisiología de la Respiración e Insuficiencia Respiratoria Aguda. 7ª Ed. Bogotá. Panamericana. 2005
10. Beren K. Aiko P.J. Physiological Approach to Assessment of acid base disturbances. NEJM. 2014;371:1434-45.
11. Harrison. Acidosis y alcalosis. Principios de Medicina Interna. 18ª edición. McGraw-Hill Vol1. cap47 pp363-373. 2012

ANEXO 16

Agenda pre- taller: Tabla de especificaciones

Tiempo: 2 h30 min cada taller

Fecha: 4 y 5 de Junio 2015

Lugar: laboratorio de simulación PUCE.

TIEMPO ESTIMADO	ACTIVIDAD	MATERIALES	RESPONSABLE
10 minutos	Registro de participantes	Formularios	Investigadoras
1 h 40 minutos	Escenario1: Comunicación y técnica Evaluación de comunicación 3 minutos/participante Evaluación técnica : 7 minutos/ participante	Pre ECOE: Lista de Cotejo* Simuladores de baja fidelidad Escenario	Investigadores
30 minutos	Escenario2: Interpretación Análisis y resolución de tres casos con enfoque en interpretación de gasometría	Pre ECOE Lista de Cotejo* Simuladores de baja fidelidad	Investigadores
15 minutos	Escenario3: Encuesta de barreras de aprendizaje.+ Conocimientos teóricos: 1.- Indicaciones 2.- Contraindicaciones 3.- Complicaciones 4.- Técnica 5.- Interpretación	Post ECOE Test de conocimientos*	Investigadoras

*Lista de Cotejo: (Anexo 5)

* Test de conocimientos: (Anexo 10)